

MÉTHODES DE RECHERCHE D'HISTOIRE DE L'ÉVOLUTION DES VALLÉES ET DES TERRASSES

M. PÉCSI—Mme E. PÉCSI—DONÁTH

Institut de Géographie de la Faculté des Sciences, Budapest,
et

Institut de Minéralogie et de Pétrologie de la Faculté des
Sciences, Budapest

(Reçu le 28 Juillet, 1959)

RÉSUMÉ

C'est la recherche de terrasse qui nous amène le mieux à la connaissance de l'histoire de l'évolution des vallées fluviales. Dans le domaine de la recherche de terrasse, ce sont la détermination d'âge des terrasses et l'identification des terrasses non-continues les unes aux autres et aux sédiments de bassin qui sont nos tâches principales.

Parmi les méthodes de recherche, nous avons employé en méthodes directes de la détermination de l'âge des terrasses 1° les trouvailles paléontologiques, 2° les trouvailles archéologiques, 3° les résultats des analyses palynologiques, parfois 4° la position stratigraphique, 5° les phénomènes de solifluction et cryoturbation, en ce qui concerne la distinction des formations pléistocènes et holocènes, 6° les résultats des examens génétiques des sols, dans les zones des crues. 7° D'autre part, la position morphologique des terrasses a été employée comme méthode indirecte.

Pour l'identification des terrasses non-continues les unes aux autres et aux sédiments de bassin, nous avons employé 1° l'examen minéralogique et pétrographique des graviers, 2° l'examen des minéraux lourds des sables, 3° l'examen d'éroulé des graviers et des sables, élaboré par E. Szádeczky-Kardoss.

En ce qui concerne la composition minéralogique et pétrographique, on a pu constater des concordances dans le cas des mêmes terrasses et des différences dans le cas des terrasses d'âge divers, ces dernières permettent de tirer des conclusions concernant le territoire d'ablation et les actions ultérieures qui ont affecté les terrasses. Quant à l'identification des terrasses, c'étaient les examens d'éroulé des graviers qui se sont prouvés les plus efficaces. Par cette méthode, on pu distinguer a) les graviers du Danube d'avec ceux de ses affluents, b) les graviers des terrasses danubiennes de divers âges. c) Il est apparu que les indices d'éroulé des graviers déposés pendant les périodes interglaciaires et l'Holocène sont tour à tour supérieurs à ceux des graviers déposés pendant les périodes glaciaires. d) Les mesures d'éroulé des matières des forages profonds — consistant pour la plupart en sable — indiquent que la partie prépondérante du cône de déjection de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza est de provenance danubienne. f) Le cône de déjection du Danube passe bien au S de Nagyörös, dans la région entière de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza et à l'E.

La recherche de l'histoire de l'évolution des vallées fluviales est un problème des plus attrayants de la géomorphologie. Les modes, les causes et l'âge de formation des vallées marquent, en général et par leurs détails, la base ou pour ainsi dire la clef des connaissances de l'évolution du bassin versant entier. Par conséquent, on ne peut interpréter du point de vue géomorphologique la formation de l'aspect actuel de la surface qu'en connaissant, d'une manière plus ou moins précise, l'histoire et le cours de l'évolution des vallées fluviales.

La connaissance de l'histoire de l'évolution des vallées fluviales se fonde sur la détermination du nombre, c'est-à-dire sur la recherche de terrasse. Chaque terrasse marque une étape de l'évolution de la vallée; si l'on réussit à

déterminer l'âge de la déposition des alluvions d'une terrasse donnée, on peut indiquer par là une certaine période de l'histoire de l'évolution. Cependant, pour connaître l'histoire de l'évolution des vallées fluviales, il ne suffit pas d'indiquer l'âge de formation d'une ou deux terrasses, mais il faut déterminer, d'une manière directe ou indirecte, le cours du développement de toutes les terrasses si possible. Pour déterminer l'âge et la position relatifs des terrasses, les méthodes y employées portaient surtout sur l'examen analytique des alluvions du Danube.

I. Méthodes employées à la détermination de l'âge des terrasses

1. Méthode directe

a) Au cours des recherches antérieurs de la vallée du Danube, on a généralement déterminé l'âge de déposition des alluvions des terrasses non continues, mais de hauteur identique ont été considérées comme appartenantes à la même terrasse dont l'âge était déterminé par celui de la faune. Parmi les trouvailles paléontologiques, c'étaient surtout les Vertébrés fossiles qu'on a considéré comme caractéristiques, car la valeur des Mollusques pléistocènes en fossiles caractéristiques — surtout en ce qui concerne la subdivision détaillée — est encore problématique. Récemment, quelques auteurs mettent en doute la valeur caractéristique des Vertébrés fossiles mêmes, en soulignant que ces restes pouvaient être apportés par l'eau, des couches anciennes. (A. Kéz, 1958). En effet il y en a beaucoup d'exemples, par conséquent il faut avoir de la précaution en ce qui concerne l'emploi des faunes de Vertébrés à la détermination de l'âge des terrasses ou à l'identification des parties éloignées de certaines terrasses.

Au cours de nos examens, nous avons particulièrement tenu compte de ce que nous venons de dire. Quand même, ces trouvailles peuvent déterminer certaines limites d'âge : à savoir si, dans une certaine terrasse, on trouve une faune des Vertébrés du Pléistocène supérieur — à côté des formes anciennes — cette terrasse n'est pas inférieure au Pléistocène supérieur quand bien même sa hauteur serait différente de la hauteur moyenne des terrasses du Pléistocène supérieur. Cependant, ces données sont trop rares pour pouvoir déterminer la corrélation et l'âge de formation des systèmes de terrasses d'un grand fleuve, simplement sur la base des données paléontologiques.

b) Les trouvailles archéologiques et les analyses palynologiques se sont révélées caractéristiques en ce qui concerne la détermination d'âge, surtout dans les zones des crues et les terrasses basses.

c) En certains cas, la *position stratigraphique* détermine bien l'âge de la déposition des matières de la terrasse. Quelques terrasses du Danube sont couvertes de travertin, renfermant des faunes de Vertébrés. Dans ce cas-là, on peut déterminer avec une certaine précision la limite supérieure dans le temps du développement de la terrasse, par le moyen du Vertébré fossile, trouvé dans le travertin.

d) Pour distinguer les formations holocènes d'avec celles pléistocènes, nous avons pris en considération — comme c'est habituel — les *phénomènes de solifluction*. Si nous avons trouvé des « coins » ou « sacs » glaciaires entre les galets, nous avons rangé la terrasse respective dans le Pléistocène. Aux

terrasses anciennes, on a pu souvent observer qu'un processus de cryoturbation antérieure et ses formes subissaient, ultérieurement plusieurs actions plus ou moins intenses mais bien distinguables, qui apparaissent bien par leurs formes plus nettes.

e) *Les terrasses couvertes de loess terrestre* peuvent également être rangées parmi les terrasses pléistocènes. Cependant, on ne peut pas appliquer cette règle en sens inverse : une terrasse sans couverture de loess peut appartenir au Pléistocène. On peut aussi se servir du nombre de *zones de sol fossile* pour déterminer approximativement l'âge de la terrasse. Toutefois, le nombre des zones de sol fossile est bien variable de secteur en secteur dans un complexe de loess qui couvre des terrasses du même âge ; non seulement parce que la couverture de loess a pu entretemps se dénuder, mais encore parce que ces zones ne se sont pas développées en nombre égal dans le complexe de loess de la même terrasse.

f) En général, il est difficile de distinguer les terrasses du Pliocène supérieur d'avec celles du début du Pléistocène. Dans le cas où on observe les restes des phénomènes de solifluction de 3 à 4 ou 5 m de profondeur dans la matière de la terrasse *et la couche perturbée par la solifluction est couverte d'une couche de galets encore non-perturbée par des « sacs » et « coins » glaciaires, mais dont le niveau supérieur a pu être affecté par la glaciation pléistocène*, les galets au-dessus du niveau inférieur de cryoturbation sont sans doute pléistocènes.

g) Dans la zone des crues, c'était *l'examen génétique des sols* qui nous a fourni des renseignements sûrs quant à la distinction des alluvions anciennes et plus jeunes.

C'était ce que nous venons de dire que nous avons considéré comme *méthode directe de détermination de l'âge* des terrasses.

2. Méthodes indirectes de détermination d'âge

Nous avons pris pour méthode indirecte de détermination d'âge la *position morphologique* relative des terrasses. L'on sait que dans une coupe transversale d'une vallée, un niveau relativement plus haut d'une terrasse d'âge déterminable doit être considéré comme plus ancien, tandis que le niveau plus bas est considéré comme plus jeune.

a) Si l'on a réussi à déterminer l'âge de la déposition des matières d'une terrasse d'une certaine hauteur, d'une manière directe ou indirecte, dans un secteur de la vallée du Danube, *le niveau situé à la même hauteur relative peut généralement être* considéré comme appartenant à la même phase. Mais, sous ce rapport, il faut avoir de la précaution. Notamment, on voit souvent que *des terrasses du même âge ne se trouvent point à la même hauteur*, si l'on prend en considération tout le secteur hongrois du Danube. Même la hauteur relative des terrasses du Pléistocène supérieur est variable dans le secteur de la Hongrie du Danube. Cette observation se rapporte encore mieux aux terrasses plus anciennes de même âge, dont le cours montre souvent des oscillations dépassant de plusieurs douzaines ou même de 100 m (v. tableau 1.).

En connexion avec ce que nous venons de traiter ci-dessus, s'est posée une question, à savoir comment pourrait-on démontrer, avec une certitude absolue, la connexité des terrasses qui sont situées à hauteurs différentes mais qui se sont formées dans la même phase, et *vice versa*: comment pourrait-on démontrer

Rive droite	Rive gauche	Distance de l'embouchure	Niveau 0 de Danube au-dessus du mer	Champs d'inondation		I.		II/a.	
				J	B	J	B	J	B
	Bratislava	1868	129,22		3		6		11
Oroszvár	—	1856	125,18	3		6		10—	
Dunaremete	—	1825	113,92	3		6		12—	
Nagybajcs (Győr)	—	1801	108,30	2		5		10	
Gönyű	—	1791	106,88	3		5		10	
Ács	—	1780				5		10	
Komárom	Komarno	1767	104,52	3		6		11	
Szőny	—	1753				5		10	
Dunaalmás	—	1751	103,80	3		5		10	
Neszmély	—	1749		3		5		9	
Süttő	Bucs	1743					5	8	7
Lábatlan	—	1737	102,78	3	3	5	5	7	—
Nyergesújfalu	Köbölkút	1733			3	5	5	9	8
Tát	Ebed	1727							
Esztergom	—	1718	101,61	2,5	2,5	6		10	
Basaharc	Szob	1707		3		5	7		13
Pilismarót	Zebegény	1705		3	3	5		14	14
Dömös	—	1700		3		6		14	
Visegrád	Nagymaros	1694	100,96			6	6	14	14
Dunabogdány	Nógrádverőce	1683	99,54	3	3	6	6	14	15
Tahi	Vác	1679	98,79	3		6	6	12	15
Szentendre	Felsőgöd	1671	98,22	4	4		6	12	12
Békásmegyer	Mogyoród	1658		4	4	7	6	11	12
Budapest, Óbuda	Újpest	1653	96,96	3	3	6	6	10	11
Budai Várhegy	Mátyásföld—Kőbánya	1646	95,65			7	6	10	10
Bpest, Budafok	Pestlőrinc	1636	94,97		3	7	7	11	11
Ercsi	(Bugyi)	1613	93,27	3—4	3	6—7	6—7	10	10
Adony	(Dömsöd)	1598	92,35	3—4	3—4	6—7	6—7	10*	10*
Rácalmás	(Tass)	1586	91,42	3—4	3—4	6—7	6—7	10*	10*
Dunapentele	Szalkszentmárton	1580	90,95	—	3—4	—	7—8	—	10*
Dunaföldvár	Solt	1560	89,58	—	4	—	7—8	—	10*
Paks	Kalocsa	1531	86,06	5—6	5—6	—	8—9	14	—
Tolna (Dombori)	Fajsz	1506	84,20	4—6	4—6	7—9	7—9	14	—
Bátaszék	Baja	1479	81,72	5—6	5—6	9—10 ²	7—8	—	14
Mohács	—	1446	79,88	5—6	5—6	8—9	8—9	12—13 ⁴	12—13 ⁵

II/b		III.		IV.		V.		VI.		VII.		Remarques
J	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J	B	
	20		50		70		100					— sur les marges — sur les marges
20		32		52								
20				45								
19				54								
21				56								
23				78								
27		47		78		120		170		210		
22		37		72		120		150		210		
	13	43						170	↔	170		
—	12	37		72		120		160		200		
20	12	46		68	77			140		170		
				80	78							
18		48	40	78			130	↔	130			
24	24		80		80		120					
22		70	80	120	130	170		200		250		
26		90		150								
	26	80	80	140	160	200	210	230	230	275	280	
20	20	75		120		170		205				
34	19	66			90		145	130				
22	18											
	21		38	63	80	110	150					
	20		34		63		120					
	20		30	58	53		80					
16	21		29	38	45		60					¹ Ócsa
	16 ¹											* dans petites taches
												² terrasses de Sárköz
—	16—18 ³											³ Rive haute de Kecel— Baja
—	20 ³											⁴ Terrasse de Mohács
—	20—22 ³											⁵ Terrasse du Bácska du Sud
—	15—17 ³											

que les terrasses de hauteur relative analogue dans la coupe longitudinale de la vallée du Danube ne sont pas toujours connexes.

b) Nous avons souvent identifié des terrasses de hauteur différente et un peu éloignées, mais génétiquement connexes, en suivant leurs cours dans la vallée du Danube et en comparant cette terrasse à la *position morphologique des autres terrasses*.

En connexion avec cela, il faut éclaircir ce qu'on entend par position morphologique des terrasses. Cette notion comprend non seulement la hauteur relative des terrasses, mais encore leur position comparée les unes aux autres dans toute la partie hongroise de la vallée du Danube et, à l'intérieur de celle-là, dans les secteurs divers de la vallée.

La hauteur relative des terrasses est interprétée de plusieurs manières dans la littérature de morphologie. Au cours de notre travail, nous avons toujours comparé la hauteur des terrasses au niveau 0 du Danube, ce qui est récemment devenu de pratique courante. Les auteurs étrangers prennent souvent pour base le niveau moyen ou — comme c'est recommandé par le comité international de terrasse — le niveau de débordement c'est-à-dire le niveau où le fleuve commence à occuper la zone des crues. Cette dernière conception serait logique, mais comme on verra plus bas, ce niveau est bien variable dans les secteurs divers du Danube.

Comme il est facile de déterminer le niveau 0 du Danube, nous l'avons pris pour base de la hauteur relative de la terrasse. Cependant, cela a le désavantage que l'oscillation du niveau du Danube dépasse souvent 7 à 8 et même 10 m au-dessus du niveau 0, on doit donc marquer les hauteurs maxima des zones des crues par des chiffres analogues. Peut-être semble-t-il qu'une zone des crues haute de 6 à 8 m est une terrasse. C'est pourquoi la hauteur relative des plus basses terrasses exemptes des crues est, par endroit, de 10 à 12 m au moins.

Les auteurs antérieurs mentionnent souvent la terrasse de l'Holocène supérieur. Tous sont d'accord que ce niveau correspond à la zone des crues actuelles. Cependant, la zone des crues ne peut être appelée terrasse, elle se transforme en lit si le fleuve change de lit. Nous ne considérons comme terrasses que les niveaux qui ne sont pas surmontés par les crues les plus grandes ou bien qui n'ont pu être surmontés avant la construction des digues. A notre avis, la première terrasse exempte des crues dans le secteur des montagnes centrales du Danube c'est la terrasse dite de l'Holocène inférieur.

Le plus souvent, on compte la hauteur de la surface de la terrasse jusqu'à la surface des graviers. A la surface des terrasses basses, on trouve des alluvions plus fines de quelques mètres d'épaisseur, sur les alluvions véritables du lit fluvial c'est-à-dire sur les graviers et le sable grossier. Cette matière, de même qu'une partie considérable des alluvions plus grossières se sont dénudées des terrasses plus hautes. Nous avons donc une hauteur réelle, mesurable, de terrasse et une hauteur théorique, restituée. Cette dernière doit être prise en considération quand on restitue les coupes longitudinales et transversales des terrasses anciennes, pour se faire une image juste du cours et de la position des terrasses.

Il est particulièrement important d'en tenir compte quand il s'agit de la détermination de la hauteur relative des terrasses rocheuses où on ne trouve plus que quelques lambeaux des alluvions fluviales.

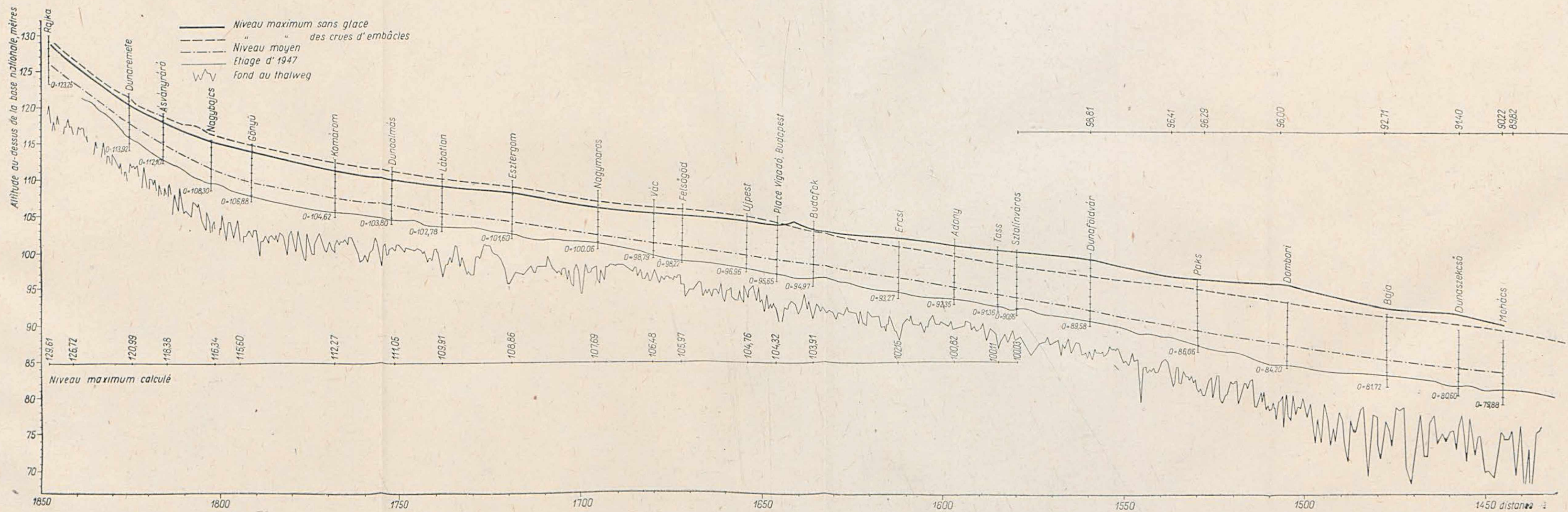


Fig. 1. Profil longitudinal du secteur de Hongrie du Danube

Il a fallu déterminer l'épaisseur moyenne des alluvions fluviales sur quelques terrasses du Danube pour pouvoir évaluer — approximativement — leur hauteur originelle — théorique — par rapport aux profils incomplets, actuels, des terrasses anciennes. Dans les coupes actuelles du lit, le Danube ne dépose des alluvions qu'à 8 ou 10 m de profondeur au-dessous du niveau 0. (V. le profil du fond du lit, fig. 1.) Les « chaudrons » que l'on voit à ce profil, atteignent même de 8 à 10 m de profondeur au-dessous du niveau 0. Comme les chaudrons se déplacent en aval dans le lit et le lit se déplace même en sens horizontal au niveau de la zone des crues du fleuve, sur la base de l'actualisme, il faut supposer que le Danube a remanié le fond de la vallée jusqu'à une telle profondeur, c'est-à-dire il a déposé des alluvions de 8 à 10 m d'épaisseur au-dessus du niveau 0. Nous avons déjà mentionné que le niveau maximum au-dessus du 0 atteint de 7 à 8 m. Si les eaux sont tellement hautes, les alluvions peuvent se déposer dans les zones des crues de 7 à 8 m de hauteur. La différence entre les deux valeurs extrêmes fait de 15 à 18 m, c'est-à-dire le mécanisme actuel du Danube peut accumuler une série alluviale de 15 à 18 m d'épaisseur dans la vallée.

Il est caractéristique de l'accumulation des alluvions que le fleuve transporte et dépose toujours dans le thalweg les alluvions caillouteuses et sableuses les plus grossières. Les « chaudrons » représentés à la figure, sont des trappes où les graviers et éboulis grossiers se déposent. Une partie de ces alluvions reste là. Quand les chaudrons sont remblayés, surtout des alluvions grossières, ils passent en aval et — par les déplacements du lit — même latéralement. Les alluvions les plus grossières ou les parties élevées du lit sont recouvertes d'alluvions de plus en plus fines, et à la fin, dans la zone des crues, se déposent les alluvions les plus fines, comme on le voit à la fig. 2. Il va de soi que la série alluviale déposée peut être remaniée par suite des déplacements et migrations du lit fluvial, ce qui se traduit par un profil bien variable.

A notre avis, ce processus explique même le fait que, dans les affleurements de terrasse, on trouve les éboulis, les alluvions les plus grossières sur le lit rocheux, c'est-à-dire au fond d'autrefois du lit. Cette constatation est appuyée par beaucoup de données des forages et affleurements de la zone des crues du Danube. On en trouve des exemples dans le rapport du Comité International de Terrasse (1948), notamment lors de la construction du réservoir de Boulder Dam, les excavateurs ont mis au jour des grumes abattues, de 36 à 40 m de profondeur des alluvions du lit du Colorado.

Les alluvions de la zone des crues du Danube consistent donc en deux séries bien différentes. La série inférieure contient du sable et gravier grossiers, la série supérieure est constituée de sable très fin, vase et argile.

On peut observer le même phénomène dans certains affleurements complets des terrasses. L'épaisseur de ces profils complets — qui sont bien rares, mais on en trouve quand-même à plusieurs endroits — atteint de 12 à 15 m. Cela prouve que l'épaisseur moyenne des apports fluviaux du Danube devait être 15 m dans les phases antérieures de l'accumulation des graviers, de même qu'à l'époque actuelle. Dans certains cas problématiques, on a dû compléter à cette mesure les séries alluviales des profils incomplets des terrasses actuelles ou des terrasses rocheuses pour pouvoir restituer le fond d'autrefois de la vallée, comme surface véritable de la terrasse.

De là, on peut encore induire, que le nouveau fond de la vallée fluviale devait se baisser de 15 à 20 m, dans le fond d'autrefois, pour que le fleuve for-

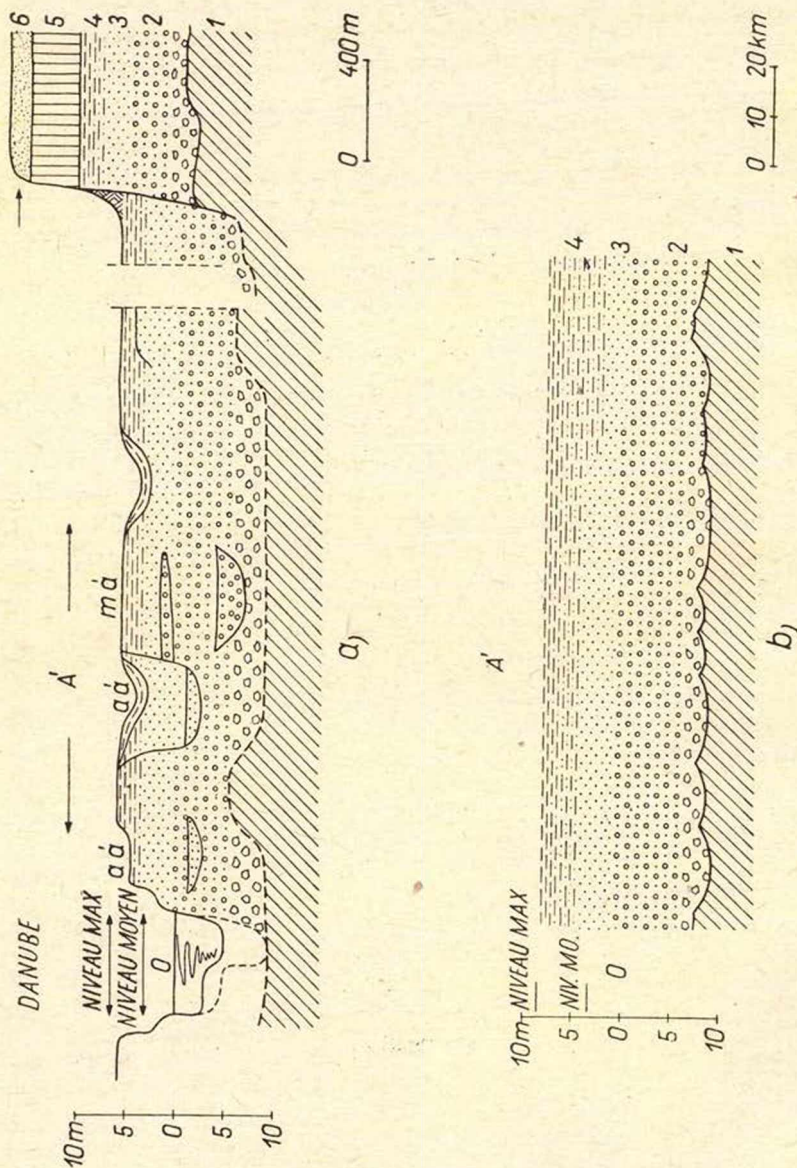


Fig. 2. Profil schématique des alluvions de la zone des crues du Danube

mât une terrasse rocheuse, en coupant la série alluviale entière du fond antérieur.

Cependant, les méthodes décrites ci-dessus n'ont pas toujours été suffisantes pour identifier les terrasses non-continues du Danube ; par conséquent on a dû employer même d'autres méthodes. De ce point de vue, c'étaient l'examen *minéralogique et pétrographique* détaillé des matières des terrasses et la *détermination de l'indice d'éroulé* des graviers quartzeux qui se sont avérés les plus efficaces. A savoir, nous avons vu, au cours des recherches, qu'on pouvait nettement distinguer les graviers de certaines terrasses de tel secteur d'avec ceux des terrasses immédiatement inférieures ou supérieures, sur la base de leur composition minéralogique et pétrographique ou de leur indice d'éroulé.

II. Identification des terrasses non-continues les unes aux autres et aux sédiments de bassin

1. Composition minéralogique et pétrographique des graviers de terrasse du Danube

Le Danube transporte une quantité considérable des apports suspendus et charriés dans son lit actuel, même dans le secteur de Hongrie. Les graviers charriés, apportés en Hongrie, sont déposés dans leur entier. Selon le tableau 2 (Bogárdi 1955), l'apport charrié du Danube fait plus de 100 000 m³ par an à Dunaremete (granulométrie moyenne de 10 à 15 mm), presque neuf-dixièmes de ces matières se déposent déjà au cône de déjection de la Petite Plaine Hongroise. A Nagybajcs, le Danube ne transporte que 12 000 m³ et la granulométrie moyenne de l'apport se réduit bien (5 à 6 mm). En aval de Budapest, la plupart des apports charriés ne consiste qu'en graviers grossiers dont le fleuve transporte de 15 000 à 30 000 m³ par an. Le tableau montre aussi que l'apport suspendu, consistant surtout en fraction sableuse, du fleuve arrivant à la Grande Plaine augmente. Les apports de cette granulométrie ne proviennent pas exclusivement du secteur supérieur, de la Petite Plaine, mais le fleuve augmente ses apports, chemin faisant. Cela veut dire qu'il y a une alternance des secteurs où les alluvions se déposent et où ils sont de nouveau emportées.

Jusqu'à Fajsz, le lit du Danube consiste en gravier. A Dunaremete, la granulométrie moyenne est de 15 à 20 mm, à Budapest quelque 10 mm, à Fajsz 1 mm ; à Baja, on ne trouve plus au fond que du sable (de 0,3 à 0,4 mm). En comparaison des apports charriés, les apports suspendus font 1,3 à 1,4 millions de m³ au cône de déjection de la Petite Plaine et de 5 à 10 millions de m³ dans la Grande Plaine. Cela montre que peu d'apports suspendus arrivent à la Petite Plaine, et même une partie de ceux-là s'y dépose, par conséquent la plupart des apports suspendus transportés dans le secteur de la Grande Plaine, de même qu'une partie considérable des sables charriés, proviennent du sable et du loess de rives et des affluents. Il est très caractéristique que l'apport suspendu double de quantité entre Fajsz et Baja, de 5,9 millions de m³ à 10,1 millions de m³. Ce phénomène ne s'explique qu'en partie par l'apport de vase à loess des tributaires Sio et Kapos venant de la région de loess de la Transdanubie. La plupart des apports sont transportés par forte crue. Il en résulte que *la plupart des alluvions sont déposées par forte crue et immédiatement*

Granulométrie, concentration et poids caractéristiques

Localité	Granulométrie moyenne des			Concentration g/m ³
	alluvions suspendues	alluvions charriées	matières du lit	
	mm			des alluvions ;
1. Dunaremete	0,04	10—15	15—20	40
2. Nagybajcs	0,04	5— 6	10—13	60
3. Dunaalmás	0,05—0,06	0,2—0,3	11—12	76
4. Nagymaros	0,07—0,08	0,2—0,3	15	100
5. Sztálinváros	0,06—0,07	0,3	10—15	115
6. Fajsz	0,06	0,4	1,0	110
7. Baja	0,06	0,3	0,3—0,4	130

après et c'est alors que le fleuve forme son lit et la zone des crues. En période des basses eaux et de niveaux moyens, le fleuve ne fait que rectifier son lit formé pendant les crues.

Il est nécessaire de connaître les quantités des apports actuels, suspendus et charriés, du Danube et la granulométrie des particules charriées pour pouvoir comparer les alluvions trouvées dans les profils des terrasses de divers secteurs à celles actuelles et pour comprendre la structure de celles-ci.

En ce qui concerne l'identification ou la distinction des terrasses du Danube, l'analyse de la composition minéralogique-pétrographique des graviers danubiens et l'examen de la granulométrie moyenne des terrasses respectives se sont avérés très importants.

Plusieurs chercheurs se sont occupés, d'une manière approfondie, de l'examen minéralogique-pétrographique des graviers de terrasse du Danube. (Schafarzik—Vendl 1929, Szádeczky-Kardoss 1938, Bódi 1938, Mauritz 1958). En possédant les résultats de ces recherches fondamentales, nous n'avons eu besoin que des examens complémentaires, surtout pour rassembler des données des secteurs encore non examinés du Danube. Le tableau présente les pourcentages des constituants des graviers du lit du Danube, de la zone des crues et des terrasses diverses. Nous avons composé le tableau partie sur la base des analyses de F. Kaszanitzky. (V. tableau 3.)

a) Tout d'abord, le tableau montre que 80 à 90% des graviers des alluvions actuelles et anciennes du Danube consistent en quartz et quartzite. Le pourcentage a été calculé sur 100 ou par endroit sur 200 grains de gravier.

b) Les 10 à 20% restant montrent une composition variée, sous l'action du changement des roches du bassin versant, des apports des affluents et de la résistivité des graviers de diverse dureté. Par exemple dans le secteur de la Petite Plaine le granit et le gneiss sont bien fréquents, mais ils se désagrègent et s'émeussent pour la plupart jusqu'à Dunaalmás. On en trouve encore dans le secteur inférieur, mais seulement dans la fraction grossière, sans entrer en ligne de compte.

Au bord de l'E de la Petite Plaine — à Almásfüzitő — la composition minéralogique des graviers de la zone des crues de Danube a été la suivante : quartz, quartzite, lydite, granit, granit à muscovite et biotite (du Tatra),

Tableau 2

des alluvions du Danube, aux diverses stations d'observation

Poids suspendu			Poids charrié			Maxima correspondant à ln V de		
kg/sec	t/an	m³/an	kg/an	t/an	m³/an	concentration	poids suspendu	poids charrié
valeurs moyennes des années 1931 à 1940						g/m³	kg/sec	
76	2 397 000	1 387 000	5,9	186 000	103 000	700	3500	60
180	5 680 000	3 210 000	0,7	22 000	12 000	800	6000	100
240	7 555 000	4 200 000	1,2	38 850	21 600	800	6000	40
320	10 100 000	5 620 000	0,8	25 200	14 000	1000	6600	11,5
370	11 700 000	6 500 000	0,9	28 400	15 800	1000	7000	8
340	10 722 000	5 957 000	1,6	50 000	28 000	800	5000	7
580	18 291 000	10 162 000	1,4	44 000	24 000	900	5000	8

gneiss à muscovite, schiste micacé, grès à grains fins, opale hépatique, calcaire à cornéenne, dolomie à cornéenne, calcaire rouge, calcaire gris foncé, calcaire gris clair à grains fins, calcaire jaune à veines de calcite blanche, calcaire marneux, calcaire très sableux, brèche calcaire, dolomie, sable cimenté, ségrégation limonitique de fer. Cette énumération ne contient pas le pourcentage parce qu'on a choisi les échantillons d'une quantité considérable de graviers, mais elle nous informe de la qualité des roches sédimentaires.

Par exemple l'andésite et le travertin manquent dans le secteur de la Petite Plaine. La quantité du calcaire diminue dans la Petite Plaine. A partir de la Montagne Centrale de Transdanubie, le pourcentage du calcaire augmente de nouveau. Dans les terrasses anciennes de l'avant-pays du N de la Montagne Gerecse, le travertin est également fréquent.

A partir du défilé de Visegrád, on trouve de l'andésite ou du tuf andésitique dans chaque terrasse. La proportion des graviers des roches volcaniques, dans ce secteur, prouve qu'il s'agit des alluvions du Danube. Les andésites manquent dans les graviers miocènes plus anciens.

c) En général, ils est caractéristique de la composition des graviers des terrasses anciennes — dans la Petite Plaine comme dans d'autres secteurs — que les graviers du calcaire ou des roches carbonatées ne s'y présentent qu'en traces où ils représentent 1 ou 2%. E. Szádeczky-Kardoss (op. cit.) a analysé la composition pétrographique de beaucoup de graviers de terrasse. Sur la base de ces analyses, il a démontré que la quantité des graviers des roches carbonatées diminuait graduellement au fur et à mesure que les terrasses étaient plus anciennes, ce qu'il expliquait par une dissolution ultérieure. Cette constatation a été confirmée par nos observations.

Par exemple dans les environs de Budapest, les graviers de calcaire ou dolomie sont bien rares dans la terrasse V (Tableau 3, lignes 28, 29, 30, 34). En même temps, ils sont fréquents dans la terrasse IV. Les graviers de cette terrasse-ci sont plus grossiers, leur granulométrie moyenne est plus grande (v. tableau 4.). Sur la base de cette double différence, on a pu bien distinguer les deux systèmes de terrasses et identifier les graviers de composition analogue. A savoir, dans ce secteur, la hauteur relative des terrasses n'est pas identique, par conséquent, il aurait été impossible d'identifier les parties de terrasses, situées à diverses hauteurs.

Tableau 4.

Terrasse V.				Terrasse IV.	
Granulométrie mm	Pestlőrinc niveau inf. %	Rákos- keresztúr %	Kistarcsa %	Pestlőrinc niveau sup. %	Mátyásföld %
200—100	—	—	—	1	1
100 à 50	—	2	2	4	4
50 à 20	34	21	18	37	40
20 à 10	39	43	45	35	25
10 à 5	26	32	29	16	27
5 à 2	1	2	6	7	3

Dans l'avant-pays du N de la Montagne Gerecse, on a pu distinguer la terrasse IV d'avec la terrasse V, plus haute, également sur la base des examens minéralogiques-pérogaphiques. Là aussi, on trouve très peu de gravier de travertin dans la terrasse V, tandis qu'il y en a beaucoup dans la terrasse IV (v. tableau 3, ligne 22). Il y avait souvent des cas analogues et on a pu identifier les terrasses à plusieurs endroits. Cette méthode était particulièrement importante dans les cas où on n'aurait trouvé la solution du problème ni sur la base de la hauteur relative ni d'autres données.

2. Territoire d'ablation des graviers du Danube

De la composition minéralogique et pérogaphique des graviers du Danube (tableau 3) et de la quantité des apports grossiers transportés dans les coupes transversales observées du lit (tableau 2) (Bogárdi 1955), on peut induire à la provenance ou même au territoire d'ablation des graviers. Il y a eu des cas où il était nécessaire de déterminer et même prouver si un certain dépôt de graviers — surtout ceux haut situés — était d'origine danubienne ou il appartenait simplement au territoire d'ablation des Carpathes intérieures.

Les mesurages de la station d'observation des apports à Dunaremete et ceux exécutés sur le Haut-Danube de Hongrie (données de Z. Károlyi) montrent que la plupart des graviers proviennent des bassins versants situés hors des Carpathes, surtout de ceux alpins.

L'apport grossier de plus de 100 000 m³ par an du Danube arrivant à la Grande Plaine, se dépose, pour la plupart, jusqu'à Komárom. Le lit actuel ne reçoit pas d'apport graveleux d'autres affluents, jusqu'à Komárom. Notamment, les affluents de droite (Rába, etc.) ne transportent pas de quantité considérable de gravier dans le lit actuel du Danube. Auparavant, les affluents déposaient leurs apports graveleux au bord du vaste cône de déjection du Danube, et le cas de la rive gauche était bien analogue. Les fleuves Vág, Nyitra, Zsitva ont accumulé leurs alluvions au bord affaissant de la Petite Plaine, au N du cône de déjection du Csallóköz. Le Danube démolissait périodiquement cette matière alluviale, il en transporte même actuellement, mais le pourcentage de celle-là est bien inférieur à la proportion des matières provenant des Alpes. D'après le tableau 2, l'apport charrié du Danube fait 12 000 m³ (granulométrie moyenne de 5 à 6 mm) par an à Nagybajcs, tandis que 21 000 m³ à

Tableau 3.

Composition minéralogique et pétrographique des graviers du Danube (en pour cent)

Localité	Altitude absolue	Ø mm	Quartz ou quartzite métamorphiques	Quartzite stratifiée à grains fins	Quartzite	Quartz filonien	Lydite	Silex cor-néenne	Grès	Quartz et quartzite au total	Roches volcaniques ou andésite	Tuf andésitique	Granite	Gneiss	Autres schistes cristallins	Au total	Calcaire	Dolomie	Traver-tin	Marne calcaire	Con-crétions d'argile calcaire	Calcaire argileux	Con-crétions à limo-nite	Roches sédi-mentai-res au total
			1	2	3	4	5	6	7	1-7	8	9	10	11	12	11-12	13	14	15	16	17	18	19	13-19
1. Miklóshalma	—	10—40	6	1	69	.	.	5	.	81	.	.	19	.	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.
2. Lajtaháta	140	10—30	6	1	74	.	.	7	1	89	.	.	10	.	.	10	1	.	.	.	.	.	.	1
3. Zurány	140	4—8	8	2	66	.	.	6	2	84	.	.	14	.	.	14	2	.	.	.	.	.	.	2
4. Hegyeshalom	—	2—4	8	2	56	.	.	14	.	80	.	.	.	.	8	8	12	.	.	.	.	.	.	12
5. Rajka	zone des crues	30—40	9	6	49	.	.	6	1	71	1	.	7	.	.	7	21	.	.	.	.	.	.	21
6. Cikolasziget	zone des crues	8—40	12	1	66	.	.	9	.	88	.	.	7	.	.	7	5	.	.	.	.	.	.	5
7. Mosonmagyaróvár	—	1—3	10	.	63	4	2	4	6	89	.	.	.	2	.	2	8	.	.	.	1	.	.	9
8. Győrzámoly	zone des crues	—	10	8	51	9	1	3	4	86	.	.	.	1	5	6	4	+	.	.	1	.	+	8
9. Győrszentiván	—	10—30	17	1	57	.	.	1	2	79	.	.	5	.	6	11	11	.	.	.	.	.	.	11
10. Győr—Sashegy	—	—	20	3	56	10	.	4	5	98	.	.	.	1	.	1	+	.	.	.	.	1	.	2
11. Győr—Sashegy	—	—	13	1	56	7	1	2	7	87	.	.	.	+	.	.	1	.	.	2	2	8	.	13
12. Mecsér	zone des crues	12—26	19	.	47	.	.	10	3	79	.	.	15	.	.	15	6	.	.	.	.	.	.	6
13. Kecskemét—forêt	—	2—40	13	.	68	.	.	4	2	87	.	.	8	.	4	12	1	.	.	.	.	.	.	1
14. Bana : Ördögástahegy	—	2—4	2	.	74	.	.	14	.	90	.	.	10	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.
15. Látó-hegy (Tata)	—	11—34	18	.	67	.	.	8	2	95	2 (?)	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16. Mócsa	—	13—45	9	3	68	.	.	9	3	92	.	.	7	.	.	7	1	.	.	.	.	.	.	1
17. Naszály	—	8—50	11	.	68	.	.	7	4	90	.	.	3	.	.	2	5	5	.	.	.	.	.	5
18. Almásfüzitő	lit	1—3	5	.	73	2	1	9	8	93	.	.	.	.	3	3	4	+	.	.	.	.	.	4
19. Dunaalmás VII.	180	—	17	5	71	5	.	2	.	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20. Dunaszentmiklós	310	1—3	6	.	83	.	.	2	.	91	.	.	.	.	6	6	2	.	1	.	.	.	.	3
21. Neszmély III.	130	—	28	2	51	4	3	.	3	91	.	.	.	.	2	2	5	+	+	+	2	.	.	7
22. Neszmély IV.	170	1—3	.	.	49	3	.	8	3	63	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	1	.	1
23. Neszmély, Pannonien	150	1—3	9	7	70	6	.	3	.	95	.	.	.	.	.	.	8	+	12	7	9	.	1	37
24. Nagymaros	320	—	12	.	60	8	.	.	.	80	10	.	.	.	7	7	3	.	.	.	.	.	.	3
25. Tahi II/b	130	1—3	2	.	67	1	2	5	.	77	15	.	4	.	1	5	3	.	.	.	.	.	.	3
26. Csörög, Öreghegy	170	1—3	6	.	68	.	1	.	.	75	2	.	.	.	.	.	23	+	.	.	.	.	.	23
27. Mogyoród	240	—	30	3	51	11	1	1	.	97	3	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
28. Cinkota	220	1—3	10	.	82	.	.	.	2	94	+	3	.	.	3	3	.	1	.	.	.	.	.	1
29. Cinkota, forêt	170	1—3	2	.	81	.	.	2	9	94	4	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	2
30. Rákospalota	130	1—3	3	.	90	.	.	1	.	94	3	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	3
31. Budapest, pont „Lánchíd”	lit	1—3	7	.	69	.	.	2	5	83	8	.	.	.	4	4	2	1	.	.	2	.	.	5
32. Bp. Kerepesi út	130	1—3	4	.	86	3	.	2	.	95	2	.	.	.	2	2	1	+	.	.	.	.	.	1
33. Pestlőrinc	140	1—3	12	.	76	.	1	6	.	95	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	2
34. Szigetszentmiklós	zone des crues	—	3	.	66	4	2	2	7	84	5	.	.	.	2	2	7	2	.	.	.	.	.	9
35. Bp. Place Engels	—	—	27	.	58	10	.	.	.	95	.	.	.	.	2	2	1	.	.	2	.	.	.	3
36. Alsónémedi, carrière	—	—	4	.	73	5	2	4	.	88	.	.	.	.	.	.	7	+	.	.	.	.	.	7
37. Alsónémedi, pont	—	—	10	.	56	10	.	2	5	83	3	+	1	.	3	4	2	+	.	6	.	.	.	8
38. Gyál	—	—	42	1	50	3	.	2	2	100	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
39. Ócsa	forage	—	12	4	45	12	3	2	3	81	15	.	.	.	+	.	4	+	.	.	.	.	.	4
40. Délegyháza	—	—	1	.	61	7	3	6	4	82	+	.	.	.	2	2	9	+	.	.	.	7	.	16
41. Dunapataj, de 15 à 20 m de profondeur	forage	—	15	2	48	10	.	3	11	89	+	.	.	+	7	7	.	.	.	.	4	.	.	4
42. Uszod	lit	—	5	.	70	7	1	4	.	87	4	.	.	.	3	3	3	+	.	.	3	.	.	6
43. Kalocsa	forage	—	22	5	55	6	.	1	.	89	.	.	.	.	4	4	3	.	.	+	.	.	.	7

Dunaalmás, en aval de l'embouchure des affluents de gauche. Cependant, là, la granulométrie moyenne diminue brusquement (de 0,2 à 0,3 mm), c'est-à-dire c'est la fraction sableuse qui augmente. Cette augmentation considérable de la fraction sableuse se montre bien, en aval des embouchures des fleuves Vág, Nyitra, Zsitva, dans l'indice d'émoussé de la fraction sableuse des terrasses anciennes (Mme Pécsi 1958 ; v. encore le tableau d'émoussé des graviers du Danube). Ces données montrent clairement que les affluents transportant des apports des Carpathes ont déposé leurs éboulis grossiers au bord de la Petite Plaine, avant d'être arrivés au lit du Danube.

Les tributaires qui se jettent dans le Danube dans le secteur des Montagnes Centrales, notamment le Garam et l'Ipoly, transportent des alluvions plus grossières, graveleuses. Les mesurages d'apport, exécutés dans le profil de Nagymaros (tableau 2) appuient cette constatation.

Les analyses pétrographiques des graviers des terrasses situées dans les environs de Budapest montrent qu'on y trouve des graviers des roches des Alpes, des Carpathes et des Montagnes Centrales de Hongrie (Pécsi 1959).

Toutes les terrasses (I à V) du cône de déjection, situées dans la Plaine de Pest indiquent l'activité accumulatrice et érosive du Danube, car la composition minéralogique et pétrographique des graviers montre que le Danube passait des Alpes, par le défilé de Visegrád, à la Grande Plaine, à l'époque de la formation des terrasses. Il faut souligner ce fait parce que selon quelques auteurs — par exemple L. K á d á r (1957) — le Danube n'ait apparu sur la Plaine de Pest ou bien dans le défilé de Visegrád que dans le Pléistocène supérieur. Ces chercheurs-là ignorent probablement la composition des graviers des environs de Budapest.

3. Composition minéralogique des sables du Danube

Dans la vallée du Danube ou dans le voisinage, on trouve souvent des séries sédimentaires de sable grossier, à stratification fluviale et d'une étendue considérable, dont l'origine ou bien la déposition n'ont pas encore été éclaircies. C'était surtout l'origine des sables à stratification entrecroisée des bords de la Petite Plaine et des collines situées entre Gödöllő et Irsa, au bord NE de la Grande Plaine qui a attiré notre attention. Sur ces couches de sable, les plus anciens graviers de terrasse du Danube gisent en forte discordance, elles sont donc plus anciennes. Quand même, il se pose la question de savoir si elles sont en connexion avec la formation du Paléodanube. Vu que ces couches entrecroisées de sable sont bien vastes et leur caractère est assez homogène, on a l'impression qu'elles ont été déposées par un cours d'eau abondant mais tranquille. E. S z á d e c z k y - K a r d o s s (1938) a été le premier à démontrer pareils courants anciens, fluvio-lacustres, d'une part vers la partie méridionale de la Transdanubie, d'autre part vers la Grande Plaine, à travers la Petite Plaine.

Nous avons examiné les pourcentages de la composition minéralogique de ces sables et nous les avons comparés à la composition des sables qui provenaient sûrement des terrasses du Danube. En outre, nous avons analysé quelques autres échantillons de sable d'origine problématique.

Le tableau montre surtout la composition minéralogique des sables des terrasses du Danube (d'après P. S z a b ó). Voici les traits caractéristiques des sables du Danube (V. tableau 5.):

Tableau 5.

Composition minéralogique des échantillons de sable (en pour cent) (Analyses de P. Szabó)

	Detritus de roches carbonatées	Detritus de roches non-carbonatées	Grenats	Amphiboles	Pyroxènes	Micas	Staurolite	Cyanite	Tourmaline	Zirkon	Epidote	Rutile	Sillimanite	Andalousite	Apatite	Minéraux carbonatés	Magnetite	Limonte	Titanite	Corindon	Olivine
1. Győr—Sash, terrasse II/b,	9,3	17,8	30,0	15,0	9,3	4,3	5,0	1,4	0,7	—	2,1	0,7	—	—	—	1,4	2,9	—	—	—	—
2. Bana b. terrasse VI à V	14,3	11,6	46,4	7,2	2,7	3,6	2,7	0,9	0,9	0,9	1,8	—	—	—	—	0,9	5,4	0,9	—	—	—
3. Bábóla*	5,5	22,2	20,8	13,9	6,9	9,7	—	1,4	0,7	0,7	6,9	0,7	—	—	—	—	4,2	—	—	—	—
4. Ácseszér (Fossé de Mór)	39,0	15,2	26,8	3,0	1,8	4,3	1,2	0,6	0,6	—	0,6	1,2	—	—	0,6	3,7	1,8	—	—	—	—
5. Bakonyársarkány (Fossé de Mór)	8,1	9,8	57,0	3,8	2,6	3,8	1,3	1,3	0,9	—	—	4,3	—	—	—	5,5	1,3	0,4	—	—	—
6. Kömlöd*	3,9	28,6	19,4	3,9	2,6	2,6	2,6	—	—	1,3	1,9	0,7	0,7	—	—	4,5	24,6	1,9	—	—	—
7. Bartusek psz., terrasse II/b	18,1	21,2	10,0	18,7	2,1	12,5	2,5	0,6	0,6	—	5,0	0,6	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—
8. Kisigmánd*	22,0	14,7	24,3	8,8	2,9	6,6	5,1	0,7	1,5	0,7	8,8	0,7	—	—	—	—	1,5	0,7	—	—	—
9. Tápszentmiklós, sable fluvial?	16,9	12,9	21,8	16,9	7,3	5,6	—	—	1,6	—	3,2	0,8	—	1,4	—	9,7	3,2	—	—	—	—
10. Tatai Szabó h., terrasses IV à V	28,7	16,9	15,4	11,0	2,9	9,4	2,9	0,7	1,5	—	5,2	2,2	—	0,7	5,2	2,9	3,7	—	—	—	—
11. Ádám-major, terrasse VI	14,8	23,0	12,8	11,5	10,8	1,3	1,3	2,0	0,7	1,3	6,8	2,7	0,7	—	—	0,7	9,5	—	—	—	—
12. Neszemély, terrasse IV	29,7	23,6	14,2	9,5	3,4	6,1	2,7	0,7	0,7	0,7	2,0	0,7	—	—	—	4,7	1,3	0,7	—	—	—
13. Vác, usine „Forte”, terrasse II/b	12,7	27,4	12,7	12,0	3,5	17,6	0,7	0,7	0,7	—	2,8	1,4	0,7	—	—	7,0	1,4	—	—	—	—
14. Pócsmegeyer, terrasse II/a	13,0	27,9	17,5	12,3	3,2	6,5	3,9	3,2	1,3	—	1,9	1,3	0,7	—	0,6	3,9	3,9	—	—	—	—
15. Veresegyháza (sable fluvial)	31,7	17,4	18,9	11,4	4,5	0,8	2,3	0,8	0,8	—	2,3	0,8	—	—	—	4,5	3,8	—	—	—	—
16. Gödöllő*	11,5	41,5	12,3	2,3	9,2	3,8	0,8	1,5	1,5	—	6,9	2,3	—	—	—	3,8	2,3	—	—	—	—
17. Csömör, HAV, terrasse V	7,4	22,0	22,0	2,2	6,6	3,7	4,4	1,5	1,5	0,7	11,8	1,5	—	0,7	—	—	5,3	2,9	—	—	—
18. Kőbánya, briqueterie*	0,7	17,6	38,0	1,4	5,6	12,7	4,2	2,1	0,7	—	9,9	0,7	—	1,4	—	—	4,9	—	—	—	—
19. Pestlőrinc, briqueterie*	7,0	21,1	28,2	4,2	5,6	9,2	3,5	—	2,1	—	7,0	1,4	0,7	—	—	6,3	3,5	—	—	—	—
20. Paks (sable entre les couches de less)	10,6	21,9	8,7	0,7	4,0	7,3	5,3	1,3	2,7	1,3	12,0	2,7	—	2,0	—	4,0	14,0	0,7	1,3	0,7	—
21. Császártöltés, sable au-dessous du loess	20,7	21,4	13,6	11,7	3,2	6,5	3,9	0,6	—	—	4,5	0,6	0,7	—	—	9,1	3,2	—	—	—	—

* Sables fluviaux a stratification entrecroisée.

a) Dans le sable du Danube, c'est en général le pourcentage des détritiques de roches carbonatées qui est haut. Mais la valeur moyenne se diminue souvent dans les terrasses anciennes, car le rôle de la dissolution ultérieure y était important (tableau 5, lignes 1 et 17).

b) Parmi les minéraux lourds, c'est le pourcentage des grenats qui est le plus haut, puis c'est celui des amphiboles. En général, le pourcentage des amphiboles est bien inférieur à celui des grenats.

c) Parmi les minéraux lourds des échantillons de sable qui peuvent être considérés comme danubiens, le pourcentage des roches magmatiques est supérieur à celui des sables pannoniens.

d) Le haut pourcentage des staurolites de la zone de schiste cristallin des Alpes est aussi caractéristique des alluvions danubiennes.

Bien qu'on tienne compte de toutes ces caractéristiques-là, nous n'affirmons pas qu'on puisse indiquer, *en chaque cas*, avec une certitude absolue, le fleuve qui a déposé le sable en question. Il faut souligner que la composition des échantillons de sable pris dans les terrasses du Danube a été bien variée suivant les cas. Par exemple les échantillons 1, 2, 7, 10 du tableau 5 ont été pris dans les terrasses du secteur de la Petite Plaine du Danube, et ils montrent une composition minéralogique bien variée. La différence entre le sable entrecroisé de Gödöllő (au bord de la Grande Plaine) et l'échantillon pris dans la terrasse V de Csömör (dans les environs de Budapest) n'est pas suffisante pour tracer une limite nette, en ce qui concerne leur origine. On peut supposer que la plupart des sables de cette dernière aient été apportés par l'eau, du sable entrecroisé plus ancien, de type de Gödöllő. Cependant, la composition du sable de Gödöllő est bien variée à son tour. La quantité des constituants provenant des schistes cristallins est considérable, ce qui indique qu'il s'agit d'un territoire alpin d'ablation, tandis que les détritiques des roches non carbonatées, la haute teneur en pyroxène et épidote, montrent que la région volcanique voisine appartenait au territoire d'ablation.

La différence est encore moins considérable entre le sable fluvial à stratification entrecroisée de la Petite Plaine (Kisigmánd) et le sable de la terrasse la plus ancienne de Petite Plaine (mont Szabóhegy à Tata). On pourrait donc mettre en liaison le sable entrecroisé avec le Paléodanube. Cependant, le fleuve a, chemin faisant, bien relavé les sables, par conséquent une partie considérable des sables déposés ne provient pas du territoire d'ablation, mais de la démolition des dépôts anciens. Nous avons montré ce processus, en connexion avec les apports actuels du Danube. A notre avis, on peut expliquer par là, la composition variée des sables du Danube.

4. Examens d'éroulé du sable et du gravier

Quant à l'identification des terrasses du Danube, nous avons acquis des résultats bien sûrs, en combinant les analyses que nous venons de traiter avec l'examen d'éroulé (méthode c p v) élaboré par E. Szádeczky-Kardoss.

Nous avons déjà rendu compte de l'emploi de cette méthode aux recherches de la morphologie des terrasses, de même que des résultats acquis (Pécsi—Mme Pécsi, 1959). Nous avons analysé plus de 100 échantillons ; les résultats de ces analyses ont déjà été publiés (Mme Pécsi 1958,

Tableau 6.

Numéro d'ordre	Localité	Fleuve	Valeurs			Granulo- métrie mm	Hauteur relative m
			c	p	v		
Graviers du lit actuel du Danube							
1.	Mosonmagyaróvár graviers dans le lit	Danube	2,7	0,2	7,1	15	
			3,3	0,4	6,3	8	
			3,5	0,6	5,9	0,3	
2.	Almásfüzitő, dragage, graviers du lit	Danube	2,1	0,5	7,5	15	
			2,7	0,4	6,9	8	
3.	Budapest, pont „Lánchíd”, gra- viers du lit	Danube	2,1	0,7	7,2	15	
			2,3	0,3	7,4	8	
			3,7	1,3	5,6	0,3	
4.	Uszod, graviers du lit	Danube	2,3	0,3	7,4	15	
			2,2	0,7	7,1	8	
			3,6	0,9	5,5	0,3	
Graviers des affluents							
5.	Nádasd, graviers de la zone des crues	Rába	4,2	1,3	4,5	15	
			3,5	1,3	5,2	8	
6.	Ják	Gyöngyös	3,8	2,5	3,7	15	
7.	Koronc	Marcal	6,1	0,6	3,3	15	
			7,0	0,3	2,7	8	
8.	Magyarpuszt	Répe	5,7	1,4	2,9	15	
			6,9	0,7	2,4	8	
9.	Nagyigmánd	Kocsi-p.	8,1	0,0	1,9	15	
Graviers de terrasse du Danube							
10.	Almásfüzitő, dragage, graviers du lit	Danube	2,0	0,5	7,5	15	
			2,7	0,4	6,9		
11.	Almásfüzitő, sup.	Danube, zone des crues	2,0	0,5	7,5	15	7
12.	Dunaalmás	Danube, terrasse II/a	2,5	0,5	7,0	15	
			3,2	—	6,8	8	
			4,1	0,7	5,2	0,3	
13.	Neszmély	Danube, terrasse II/b	2,4	0,5	7,1	15	22
			3,1	0,1	6,8	8	
			3,8	0,5	5,7	0,3	
14.	Neszmély	Danube, terrasse III	2,5	0,7	6,8	15	30
			2,9	0,8	6,3	8	
			4,1	1,1	4,8	0,3	

Numéro d'ordre	Localité	Fleuve	Valeurs			Granulométrie mm	Hauteur relative m
			c	p	v		
15.	Dunaalmás	Danube, terrasse IV	2,8	0,5	6,7	15	70
			3,3	0,3	6,3	8	
			3,6	0,6	5,8	0,3	
16.	Neszmély	Danube, terrasse V	3,0	0,4	6,6	15	110
			2,9	0,5	6,6	8	
			3,4	0,6	6,0	0,3	
17.	Dunaalmás, Kőpíte	Danube, terrasse VI	3,5	0,2	6,3	15	170
			3,2	0,7	6,1	8	
			4,0	0,8	5,2	0,3	
18.	Dunaalmás— Dunaszentmiklós	Danube, terrasse VII	2,4	0,1	7,5	15	220
			2,5	0,6	6,9	8	
			4,4	0,8	5,2	0,3	
19.	Budapest, pont „Lánchíd”, graviers du lit	Danube	2,1	0,7	7,2	15	
			2,3	0,3	7,4	8	
			3,7	1,3	5,0	0,3	
20.	Budapest	Danube, terrasse II/a	2,1	0,6	7,3	15	10
			3,0	0,9	6,1	8	
21.	Budapest, nouveau settlement de la rue Kerepesi	Danube, terrasse II/b	1,7	0,6	7,7	15	22
			2,6	0,1	7,3	8	
			2,9	0,9	6,3	0,3	
22.	Budapest, Rákosszentmihály (Szentgyörgytelep)	Danube, terrasse III	2,2	0,3	7,5	15	30
			3,0	0,2	6,8	8	
			4,2	0,9	4,9	0,3	
23.	Budapest, Árpád-föld	Danube, terrasse IV	2,5	0,3	7,2	15	60
			3,4	0,3	6,3	8	
			5,1	0,5	4,4	0,3	
24.	Kistarcsa	Danube, terrasse V	2,6	0,5	6,9	15	110
			3,4	0,3	5,9	8	
			5,3	0,8	3,9	0,3	

La même terrasse à altitudes différentes

25.	Budapest, Cinkota chemin de fer	Danube, terrasse V	2,6	0,4	7,0	15	115
			5,6	0,6	3,8	0,3	
26.	Budapest, forêt de Cinkota	Danube, terrasse V	2,2	0,9	7,1	15	70
			3,5	0,1	6,4	8	
			4,5	1,3	4,2	0,3	
27.	Budapest, Rákoskeresztúr	Danube, terrasse V	3,4	0,2	6,4	15	55
			3,1	0,6	6,3	8	
			4,5	1,3	4,2	0,3	
28.	Budapest, Pestlőrinc, sur la rue Üllői	Danube, terrasse V	2,1	0,9	7,0	15	30
			3,2	0,4	6,3	8	
			4,9	0,4	4,7	0,3	
29.	Gyál	Danube, terrasse V	2,9	0,1	7,0	15	20
			3,1	0,6	6,3	8	
			4,9	0,6	4,5	0,3	

Numéro d'ordre	Localité	Fleuve	Valeurs			Granulométrie mm	Profondeur au dessous de la surface
			c	p	v		
Émoussé des graviers des forages profonds de la Grande Plaine							
30.	Ócsa, forage de puits	Danube	2,2	0,8	7,0	15	7— 13
31.	Ócsa, forage de puits	Danube	2,1	1,1	6,8	15	22— 26
32.	Dunapataj, forage de puits	Danube	1,8	1,3	6,9	15	28— 30
33.	Törtel, forage de pétrole		3,9	0,8	5,3	8	50— 55
34.	Nagykörös, forage de pétrole No 2.	Danube	2,5	0,7	6,8	8	365—380
35.	Nagykörös, forage de pétrole No 3.	Danube	3,1	0,5	6,4	8	300—320
36.	Nagykörös, forage de pétrole No 6.	Danube	2,3	1,4	6,2	15	220—240
37.	Nagykörös, forage de pétrole No 8.		3,7	1,2	5,1	15	240—280
38.	Nagykörös, forage de pétrole No 9.	Danube	2,7	0,9	6,4	15	240—250
39.	Kalocsa, forage		3,8	1,1	6,1	15	19— 24
40.	Nagykörös, forage No 7.		2,5	1,5	6,0	15	245—255
41.	Nagykörös, forage No 3.		3,6	0,9	5,4	8	265—280
42.	Nagykörös, forage No 3.		3,2	0,7	6,1	8	280—300
43.	Kiskunfélegyháza		5,6	1,0	3,4	0,3	240
44.	Szeged, Coopérative „Felszabadulás”		5,7	0,9	3,4	0,3	100—105
45.	Szeged, Coopérative „Felszabadulás”		5,3	0,7	3,9	0,3	200—205
46.	Szeged, Coopérative „Felszabadulás”		5,9	1,0	3,1	0,3	270—275
47.	Szeged, Coopérative „Felszabadulás”		6,0	0,9	3,1	0,3	475—480

Numéro d'ordre	Localité	Fleuve	Valeurs			Granulométrie mm	Hauteur relative m
			c	p	v		
Émoussé d'autres graviers de terrasse du Danube							
48.	Györszentiván	Danube	2,9 3,6	0,2 1,8	6,9 4,6	8 0,3	10—11
49.	Ördögásta-hegy, niveau inf.		2,8	1,4	5,8	15	55
50.	Ács	Danube, terrasse II/b	2,2 2,9 3,4	0,8 0,1 1,3	7,0 7,0 5,3	15 8 0,3	18—20
51.	Dunaalmás	Danube, terrasse IV	2,8 3,3 4,5	0,5 0,3 1,0	6,7 6,3 4,5	15 8 0,3	75
52.	Dunaszentmiklós, Öreg-hegy, au-dessous du travertin	Danube, terrasse VII	2,4 2,5 4,4	0,1 0,6 0,8	7,5 6,9 4,8	15 8 0,3	210
53.	Dunaszentmiklós, Öreg-hegy, au-dessus du travertin	Danube, terrasse VI	2,7 1,9 4,1	1,1 0,1 0,7	6,2 8,0 5,2	15 8 0,3	220
54.	Szob, à l'ouest du Calvaire	Danube, terrasse II/a	1,0	1,8	7,2	15	50
55.	Szob, au N de la station du chemin de fer	Danube, terrasse II/b	0,5	1,8	7,7	15	200
56.	Szob, versant du S du mont Kereszt-hegy	Danube, terrasse III	0,8	2,7	6,5	15	170
57.	Nagymaros, Kereszt-bérc	Danube, terrasse VII	2,2 3,4	0,4 0,5	7,4 6,1	15 8	250
58.	Vác	Danube, terrasse II/a	2,1 2,7 3,6	0,7 0,3 0,5	7,2 7,0 5,9	15 8 0,3	15
59.	Tahi	Danube, terrasse II/b	2,5 3,4 3,4	0,3 0,4 1,4	7,4 6,2 5,2	15 8 0,3	35
60.	Tahi, Hegyesd	Danube	2,2	0,5	7,3	15	120
61.	Csörög, Öreg-hegy	Danube, terrasse IV	3,1 3,0 4,3	0,1 0,6 0,7	6,8 6,4 5,0	15 8 0,3	80

Numéro d'ordre	Localité	Fleuve	Valeurs			Granulo- métrie mm	Hauteur relative m
			c	p	v		
62.	Budapest, Csepel	Danube, terrasse II/a	2,4	0,3	7,3	15	10
			3,0	—	6,7	8	
			3,5	0,6	5,9	0,3	
63.	Alsónémedi	Danube, terrasse IV	2,5	0,4	7,1	15	15
			3,2	0,5	6,3	8	
			4,7	0,8	4,5	0,3	
64.	Délegyháza	Danube, terrasse IV	2,9	0,1	7,0	15	14
			3,1	0,8	6,1	8	
			4,1	0,5	5,4	0,3	
65.	Uszod	Danube, Holocène	2,3	0,3	7,4	15	
			2,2	0,7	7,1	8	
			3,6	0,9	5,5	0,3	
<i>Émoussé des graviers d'autres époques géologiques</i>							
66.	Neszmély	Pannonien	3,5	0,6	5,9	15	
			3,7	0,5	5,8		
67.	Sashalom	Helvétien	4,0	1,1	4,9	15	

Pécsi 1959). Les résultats les plus importants du point de vue méthodologique et ceux récents sont à voir au tableau 6.

Pour faire mieux comprendre ce qui suit, nous résumons brièvement la méthode de mesure d'émoussé de Szádeczky-Kardoss et les résultats acquis par cette méthode.

La méthode de mesure d'émoussé

De parmi les graviers d'une certaine terrasse, on choisit 25 ou 50 grains de quartz ou quartzite, dont le plus grand diamètre soit de 10 à 20 mm, sans considération de leur forme. — Si c'est possible, on soumet à l'examen deux autres grandeurs granulométriques (8 mm et 0,3 mm de diamètre maximum) des sables ou graviers de la même terrasse. Après avoir débarassé chaque grain des impuretés argileuses et calcaireuses, on y trace au crayon les trois aires perpendiculaires les unes les autres, si possible de manière que l'une passe par un papier millimétré, la longueur des parties concaves, droites (Planes) et convexes, puis on fait la somme de toutes les valeurs de c p v . On compte le pourcentage de ces valeurs par rapport à la circonférence, et pour convertir en nombre simple, on divise par 10. Alors, on obtient les valeurs c p v de chaque gravier. Puis on calcule séparément les moyennes de c , de p et de v des 25 grains. La moyenne de c caractérise bien l'émoussé. Sur la base des examens de Szádeczky-Kardoss (1935) la mesure devient très précise si l'on divise par deux la valeur de p — qui est la source des erreurs subjectives — et on l'ajoute à la moyenne de v . Par conséquent, on a récemment caractérisé l'émoussé par la formule $v + p/2$. De là, on peut calculer l'espace parcouru

par le gravier, en employant l'équation $\log km = 0,39 \left(v + \frac{p}{2} \right)$ (Strausz 1952).

Vu que l'application de cette méthode se heurte à des difficultés, même en cas d'une granulométrie de 8 mm et il est impraticable dans le cas de 0,3 mm, nous avons photographié ces grains-là et nous avons mesuré les valeurs $c p v$ à la circonférence (c'est-à-dire en une dimension). La précision de ces mesures était suffisante (M^{me} Pécsi, 1958).

En déterminant les indices d'éroussé de trois grandeurs granulométriques d'un affleurement, nous avons acquis des résultats bien reproductibles et utilisables.

Les indices d'éroussé des alluvions danubiennes ont été variés dans les diverses grandeurs granulométriques. En général, la valeur de l'indice augmente dans le domaine de 0,3 à 20 mm. A partir de 20 mm, l'indice d'éroussé diminue un peu. Cela résulte, d'une manière naturelle, du mode de transport des alluvions et de la composition des grains. Des éboulis de 30 à 40 mm et même plus grands, il serait bien difficile de recueillir 25 grains intacts, en outre c'est la valeur de p (surface plane) qui est grande pour la plupart. Il va de soi que l'indice d'éroussé de la fraction sableuse est inférieur aux graviers de grandeur moyenne.

Détermination de l'indice d'éroussé par méthode de comparaison

La mesure d'éroussé est une méthode qui exige beaucoup de temps et il est généralement impossible de l'appliquer sur le terrain. Cependant, il est souvent nécessaire de déterminer sur place l'origine d'une couche de gravier ou des graviers épars. Notamment, on voudrait connaître le fleuve qui les a déposés, ou s'il s'agit des graviers danubiens, etc.

Pour faciliter l'orientation sur le terrain, nous avons monté une série photographique d'échantillons de grains de sable et gravier de divers degré d'éroussé, suivant la conception de Szádeczky-Kardoss (v. planches I à X).

Nous avons séparément déterminé les indices d'éroussé de 25 grains de quartz des échantillons de chaque grandeur granulométrique de 0,2, 0,32, 0,63 et de 1 à 20 mm. Ensuite, nous avons mis sur un tableau les photographies des grains de degré d'éroussé identique et les avons photographiées; la planche I contient les photographies des grains de sable ou gravier dont la valeur varie de $v + \frac{p}{2} = 0,5$ à $v + \frac{p}{2} = 1,5$, la planche II représente ceux

de $v + \frac{p}{2} = 1,5$ à $v + \frac{p}{2} = 2,5$, etc.

A l'aide de ces planches et avec un peu de routine, on peut assez rapidement et facilement déterminer l'indice approximatif d'éroussé de l'échantillon en question, sur le terrain. La méthode de la détermination est la suivante: on choisit 25 ou 50 graviers de quartz de diamètre similaire et on les compare un à un aux graviers des planches, puis on pose chacun à côté de la planche à laquelle son éroussé ressemble le mieux.

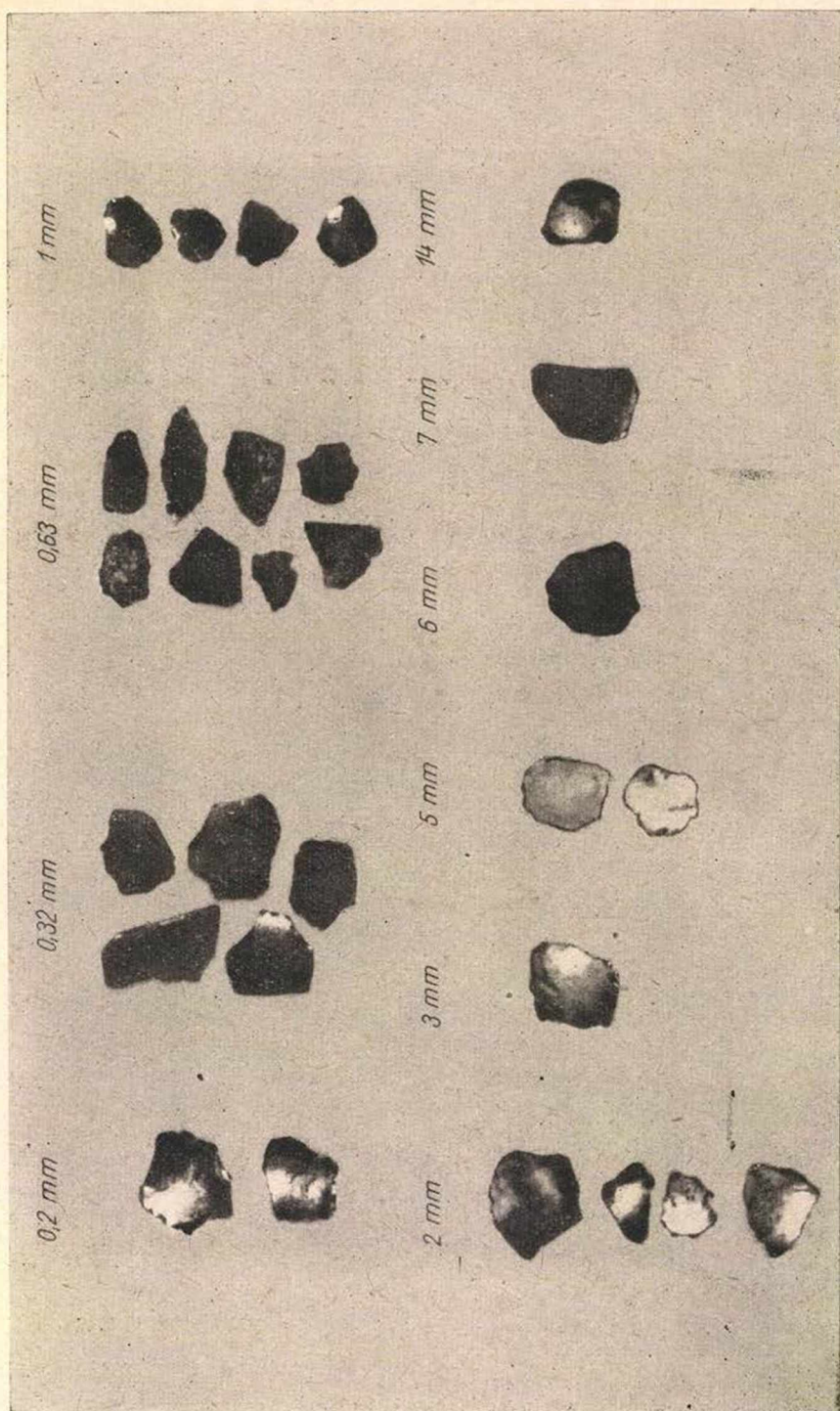


Planche 1. L'indice d'éroussé: 1

$$(v + \frac{p}{2} = 0,5 - 1,5)$$

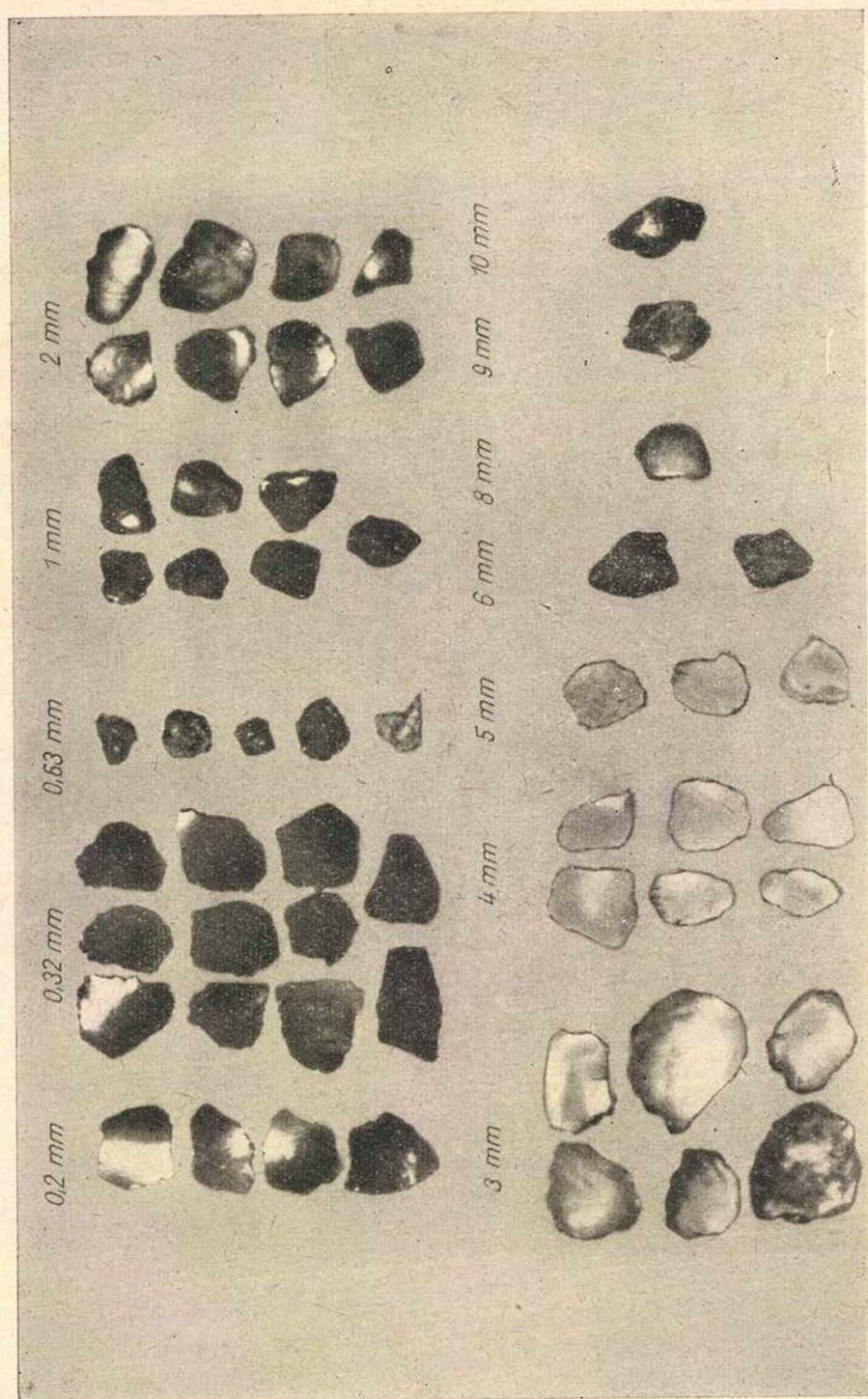


Planche 2. L'indice d'émoussé : 2

$$(v + \frac{p}{2} = 1,5 - 2,5)$$

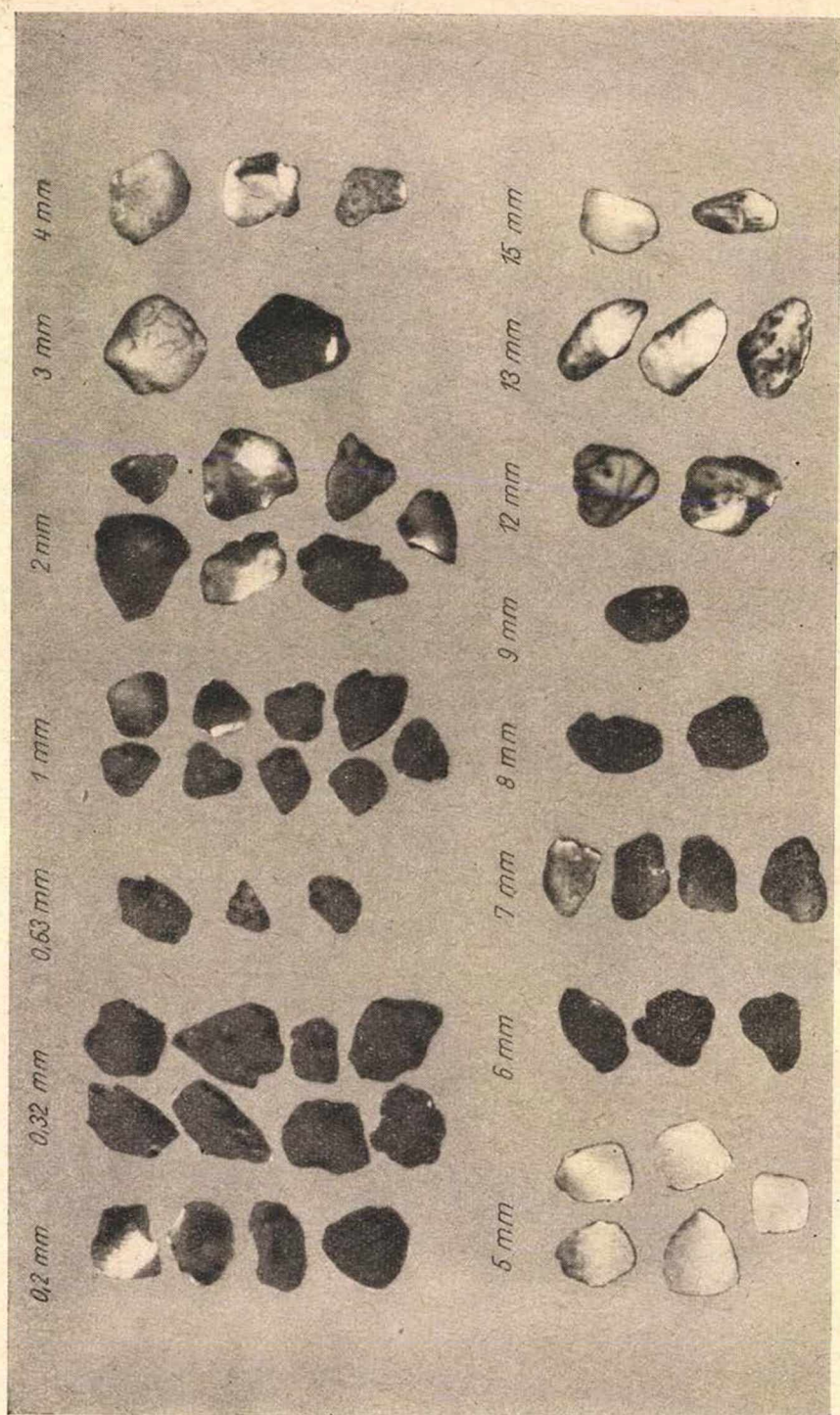


Planche 3. L'indice d'émoussé: 3
 $(v + \frac{p}{2} = 2,5-3,5)$

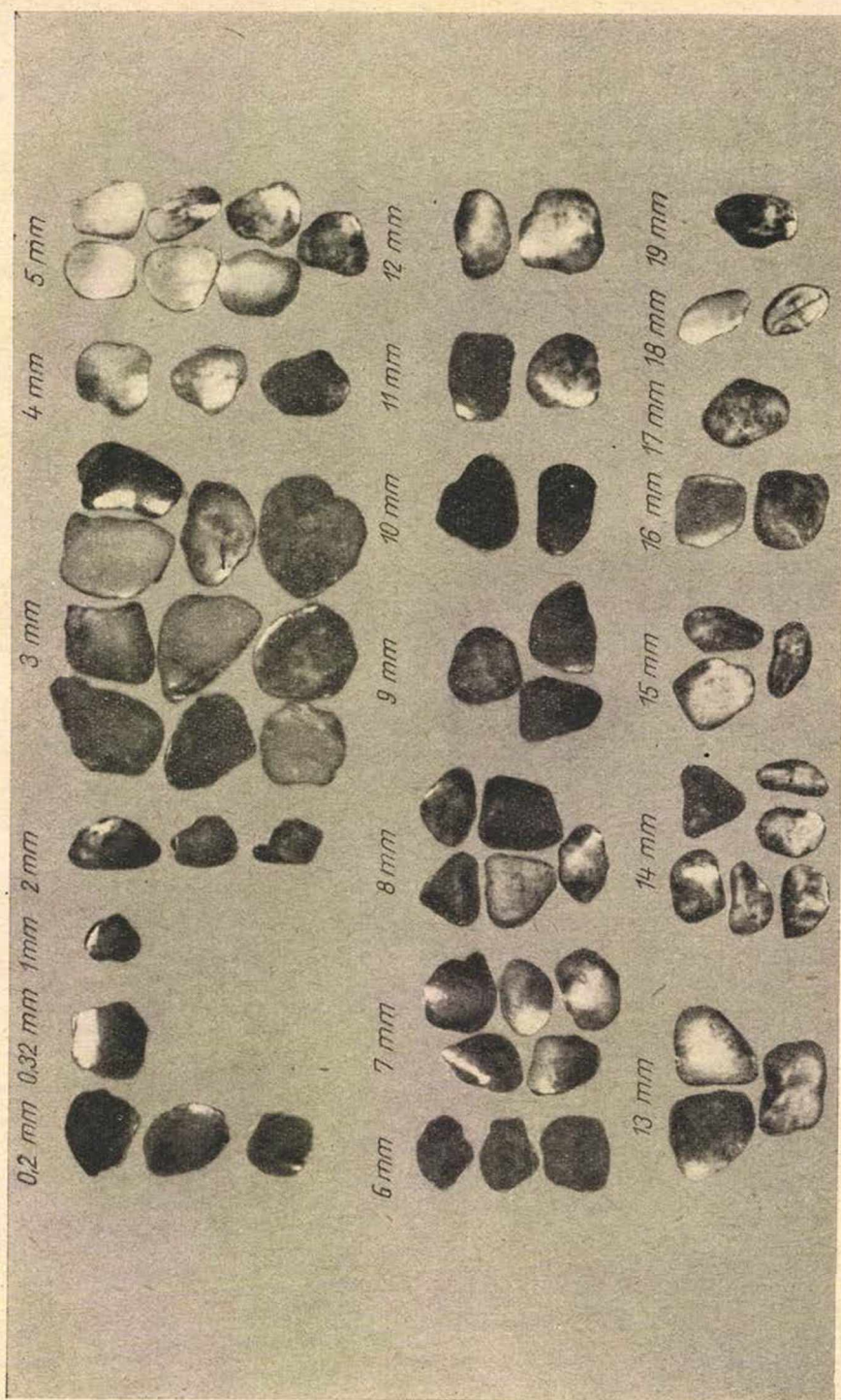


Planche 4. L'indice d'éroussé: 4

$$(v + \frac{p}{2} = 3,5-4,5)$$

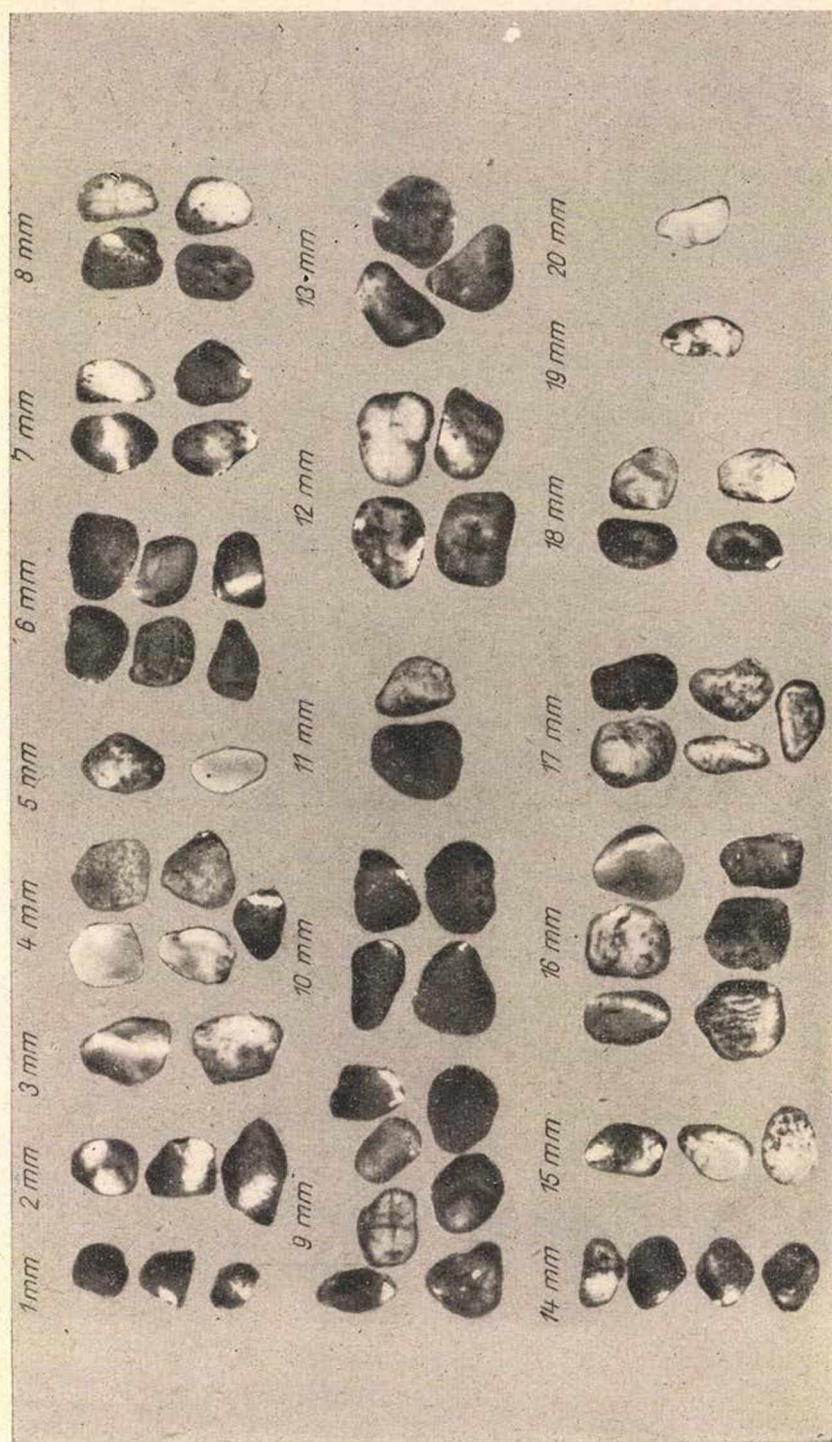


Planche 5. L'indice d'éroussé: 5

$(v + \frac{p}{2} = 4,5-5,5)$

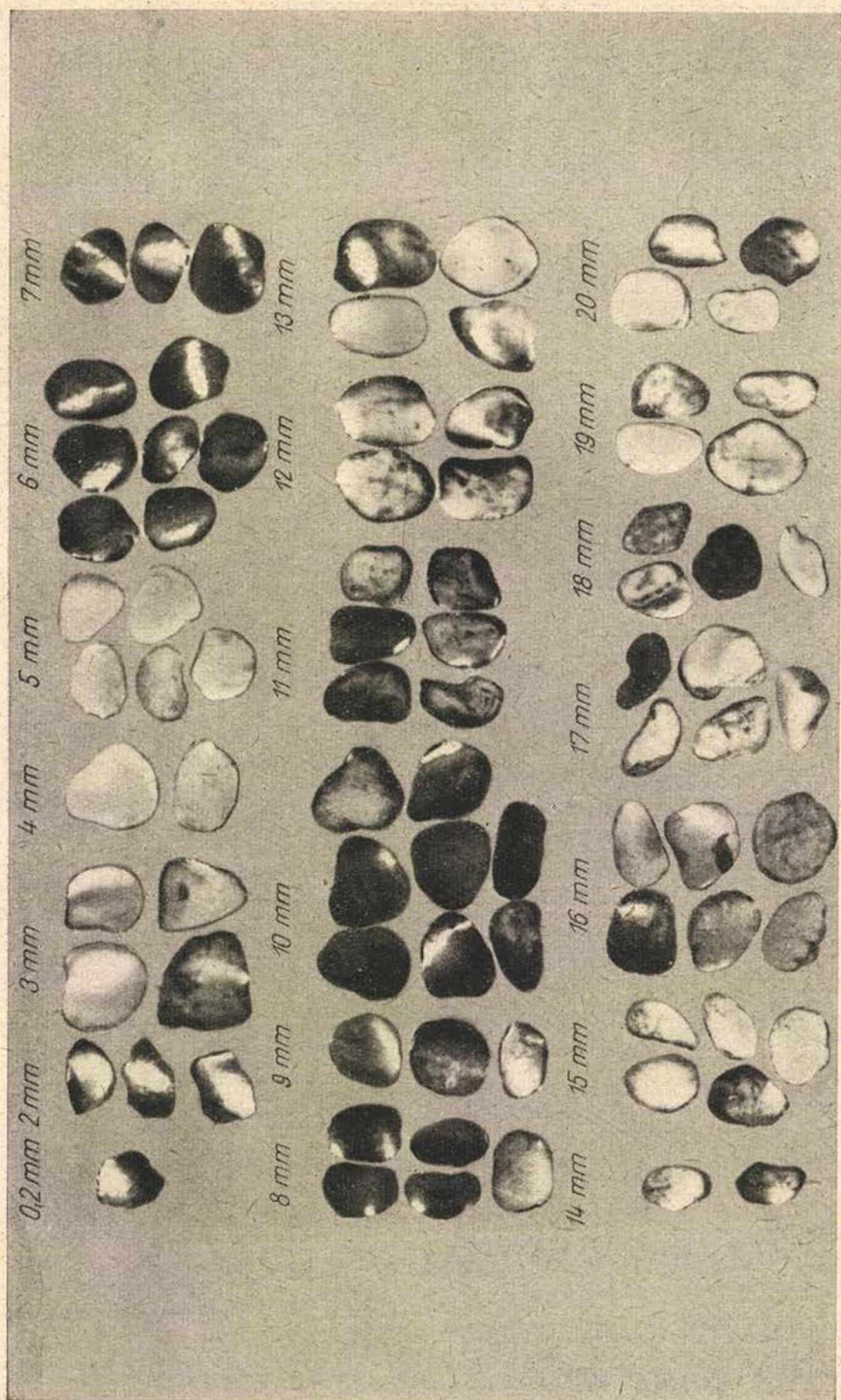
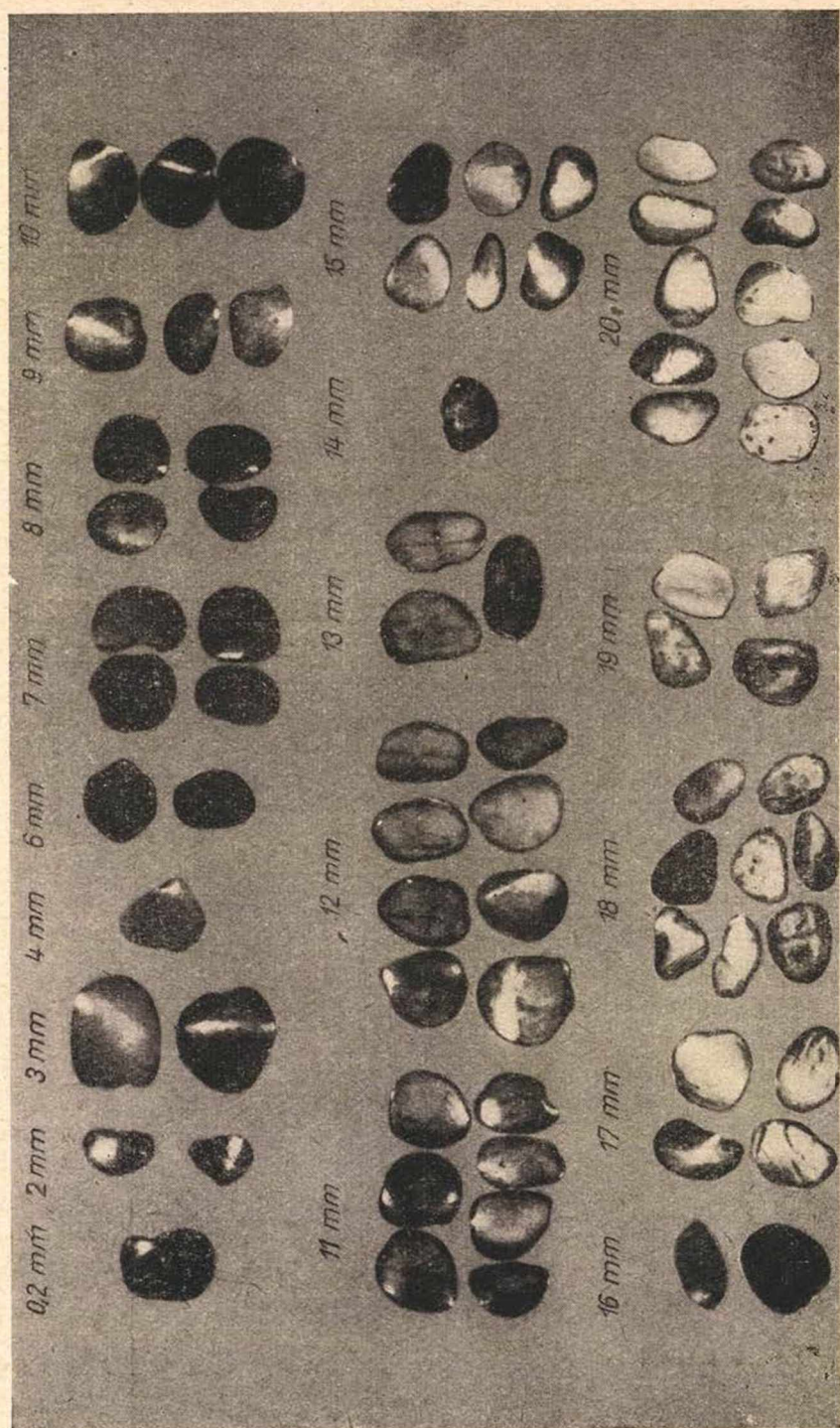


Planche 6. L'indice d'écaoussé: 6

$$(v + \frac{p}{2} = 5,5 - 6,5)$$



Plaque 7. L'indice d'éroussé: 7

$$(v + \frac{p}{2} = 6,5-7,5)$$

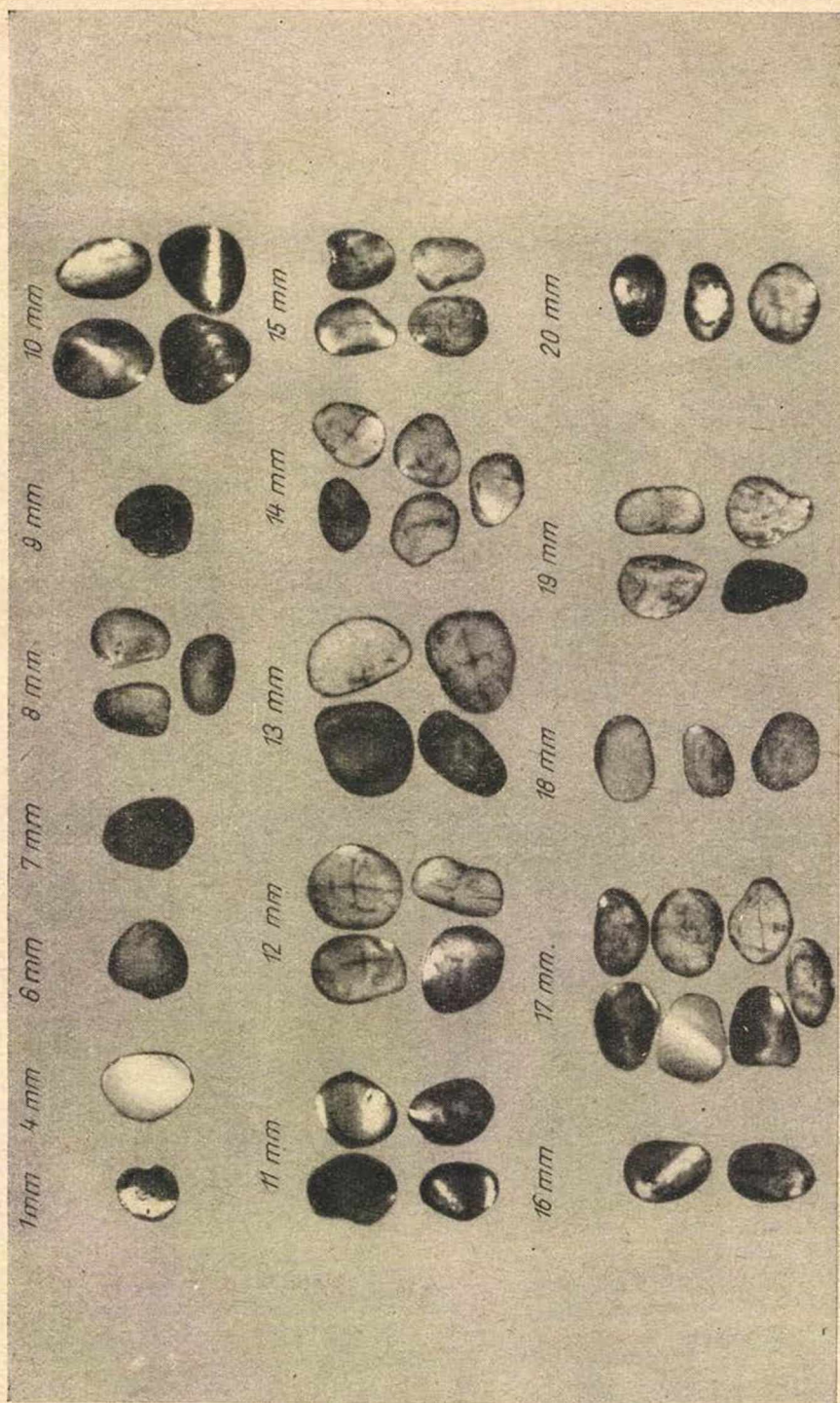
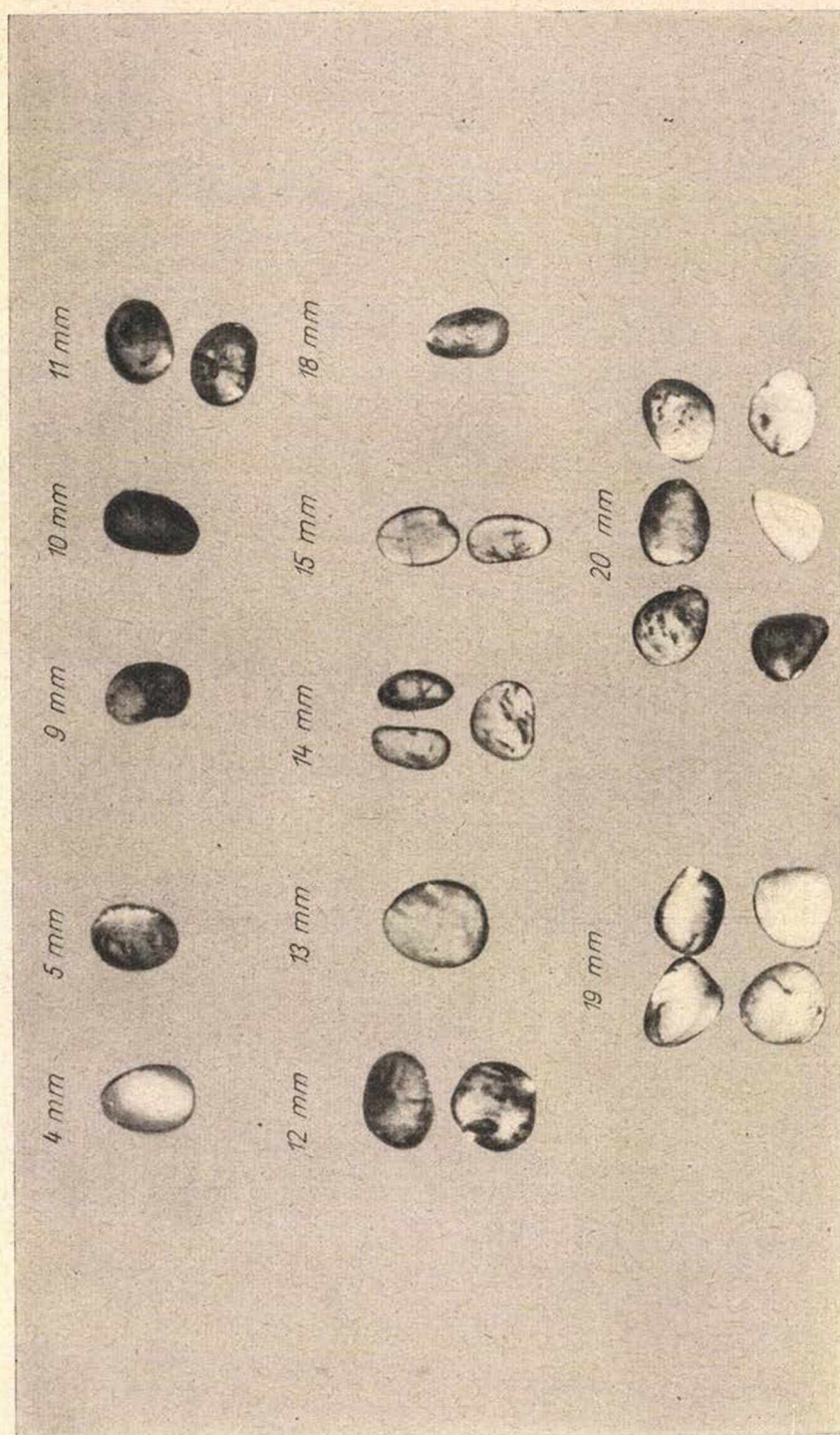


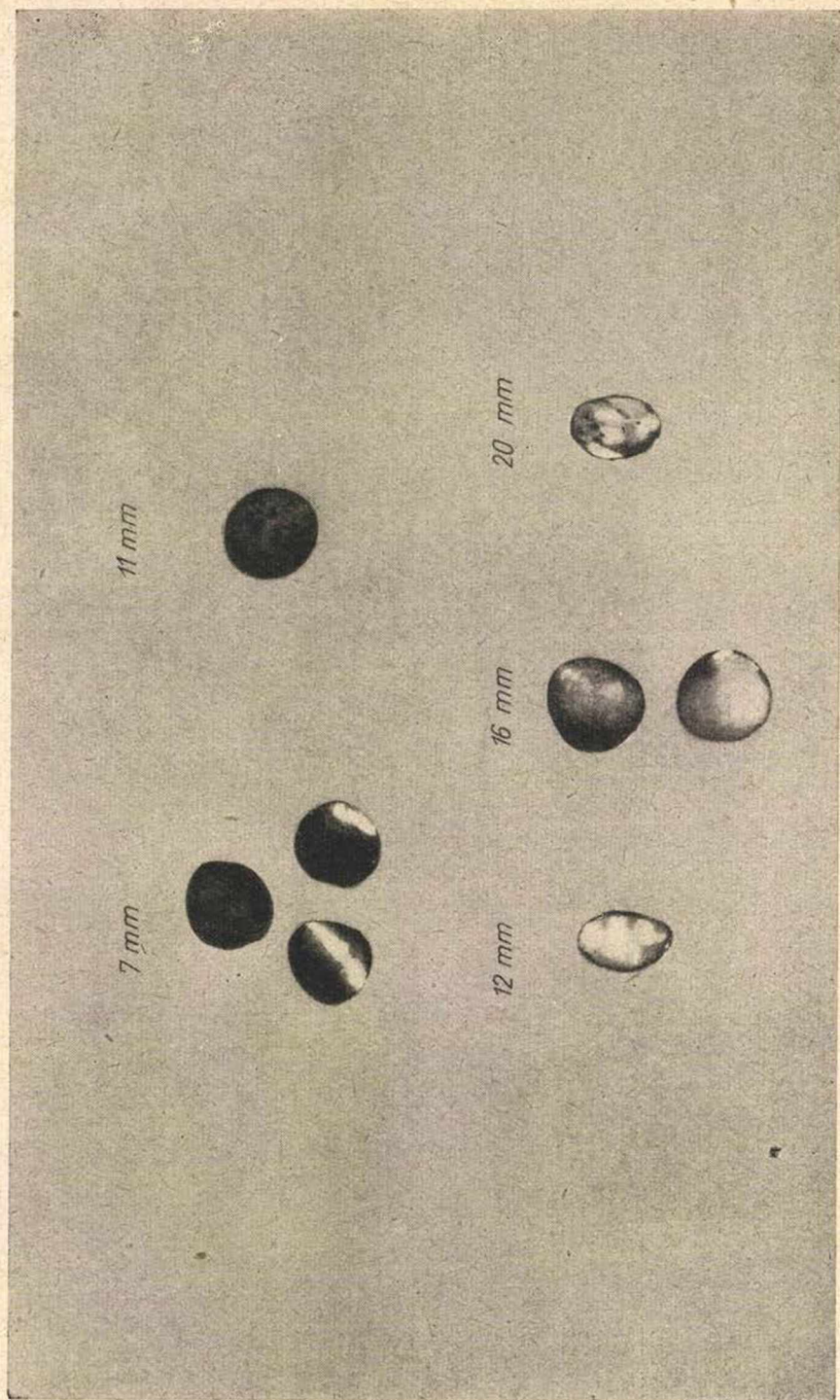
Planche 8. L'indice d'éroussé: 8

$$(v + \frac{p}{2} = 7,5-8,5)$$



Plaque 9. L'indice d'éroussé: 9

$$(v + \frac{p}{z} = 8,5-9,5)$$



Plaque 10. L'indice d'émoussé: 10

$$(e + \frac{p}{2} = 9,5-10)$$

Par exemple si dans un échantillon de quelques 15 mm en diamètre, contenant 25 graviers de quartz, on trouve

2 grains de 4 degrés d'émoussé	$4 \times 2 = 8$
4 grains de 5 degrés d'émoussé	$5 \times 4 = 20$
7 grains de 6 degrés d'émoussé	$6 \times 7 = 42$
8 grains de 7 degrés d'émoussé	$7 \times 8 = 56$
3 grains de 8 degrés d'émoussé	$8 \times 3 = 24$
1 grain de 9 degrés d'émoussé	$9 \times 1 = 9$
	<hr/>
	$159 : 25 = 6,3,$

la moyenne calculée de la manière ci-dessus (6,3) détermine l'indice d'émoussé de l'échantillon entier.

Il va de soi qu'on peut obtenir un résultat plus précis par l'analyse de mesure. Cependant les planches ci-jointes sont propres et même nécessaires à contrôler nos mesures et à les comparer à celles d'autres chercheurs. Au cours des travaux de laboratoire, la série des planches peut être remplacée par des graviers mesurés par nous-mêmes, en plaçant les graviers d'un, de 2, etc. degrés d'émoussé dans des boîtes particulières. De cette manière, si l'on possède une série complète, on peut accomplir les comparaisons à des corps tridimensionnels et on s'approche mieux des valeurs vrais d'émoussé.

Résultats obtenus par la méthode $c p v$

Par cette méthode on peut nettement distinguer les alluvions du Danube d'avec celles des affluents, sur la base de l'indice d'émoussé des graviers. (Les indices d'émoussé des graviers du Danube varient entre $v = 6$ et $v = 5$. (Tableau 6, lignes 1 à 9.)

b) En descendant le Danube, l'indice d'émoussé des graviers du lit actuel augmente graduellement. Il est vrai que la valeur de v diminue de quelques sous-décuples, entre Almásfüzitő et Budapest. Ce phénomène est probablement dû aux apports des affluents des montagnes centrales. Nous avons examiné de ce point de vue même les graviers de terrasse de la vallée du Danube. Nous avons choisi deux coupes transversales de la vallée où la série des terrasses superposées était la plus complète. L'un de ces secteurs est situé dans les montagnes centrales, entre Dunaalmás et Neszmély, l'autre profil est celui du milieu de la Plaine de Pest. Au tableau 6, les cases 10 à 18 montrent les indices d'émoussé des graviers de terrasse de ce profil-là, les cases 19 à 24 indiquent ceux de ce profil-ci. D'après cela, les indices d'émoussé (valeur de v) des graviers des terrasses diverses entre Dunaalmás et Neszmély sont en général inférieurs à ceux des mêmes terrasses des environs de Pest.

c) Il y a une régularité bien caractéristique, notamment, entre Dunaalmás et Neszmély, l'indice d'émoussé (v) des graviers des terrasses (échantillons 12 à 17) augmente des terrasses plus hautes vers les terrasses plus basses, excepté la terrasse supérieure (VII) (échantillon 18). On peut observer une tendance analogue — concernant toutes les grandeurs granulométriques — dans le cas de l'indice d'émoussé du profil transversal de Budapest (échantillons 21 à 24). Bien que la différence entre les indices d'émoussé des terrasses superposées des profils mentionnés ne soit pas grande — elle ne fait que quelques sous-décuples — la différence est démontrable et peut-être est-elle régulière.

Il y a quand même des exceptions. Dans le profil transversal de la vallée entre Neszmély et Dunaalmás l'indice d'éroussé des graviers de 15 mm en diamètre de la terrasse supérieure (VII) est $v = 7,5$ (échantillon 18). Dans la terrasse immédiatement inférieure (VI), $v = 6,3$ (échantillon 17). Il est impossible que cette différence tellement considérable soit due à une erreur de mesure. Sur la base de cette différence des indices d'éroussé on distingue nettement les graviers des deux terrasses les uns des autres, naturellement dans un secteur quelconque. *De cette manière, on a plusieurs fois réussi à distinguer ou identifier deux affleurements de graviers de terrasses non continues, sur la base des mesures d'éroussé.*

d) Il est aussi apparent que les indices d'éroussé des graviers de la terrasse VII de Dunaalmás (échantillon 18) et ceux du Danube actuel (échantillons 10 et 11) sont bien analogues les uns aux autres et beaucoup plus hauts ($v = 7,5$) que l'indice d'éroussé des terrasses II/a à VI (échantillons 12 à 17) où la valeur de v varie entre 6,3 et 7. Par conséquent, on a pu constater que l'indice d'éroussé des graviers transportés et déposés pendant les périodes glaciaires est inférieur à celui des graviers déposés dans l'Holocène ou à l'époque préglaciaire.

Même sur la base d'autres phénomènes morphologiques, nous supposons — bien que cette supposition doive être prouvée dans la suite des observations — que *les indices d'éroussé des graviers transportés et déposés pendant les périodes glaciaires sont tour à tour inférieurs à ceux des graviers déposés d'une manière analogue pendant l'Holocène ou les périodes interglaciaires et préglaciaire.* Afin de prouver cette supposition, nous avons mesuré, à plusieurs reprises, les graviers de nouveaux échantillons des affleurements susmentionnés, mais nous avons obtenu des résultats analogues. De la même façon, nous avons remesuré l'indice d'éroussé des graviers des niveaux les plus élevés du défilé de Visegrád (secteur des montagnes centrales du Danube) et ces indices étaient aussi hauts (à Nagymaros, Keresztbérc : $v = 7,5$ à Tahi, Hegyesd : $v = 7,4$). Ces résultats fortifient notre supposition. On peut démontrer que l'indice d'éroussé des graviers danubiens déposés pendant les périodes glaciaires est plus bas parce que la couche de glace et de neige dans la région des sources du Danube et de ses tributaires était beaucoup plus étendue pendant les périodes glaciaires que pendant les périodes libres de glace. En outre, les détritiques produits sous l'action de la glace et de la gelée se sont accrus et se sont souvent portés jusqu'au pied de la montagne, c'est-à-dire ils étaient moins roulés avant d'arriver au lit de la rivière principale ou de l'affluent, au fond des vallées. C'est pourquoi le parcours des alluvions glaciaires était généralement plus court et leur indice d'éroussé est plus bas.

e) Dans les cases 25 à 28 du tableau, on trouve les indices d'éroussé des graviers des terrasses dont l'appartenance à la même phase a été déterminée par d'autres méthodes — sur la base de données morphologiques et de la composition minéralogique des graviers — avant l'application de la méthode de mesure d'éroussé (Pécsi, 1956). Dans la Plaine de Pest, la hauteur relative de la terrasse diminue considérablement du N vers le S (v. tableau I.). Il fut donc particulièrement important de voir si les mesures d'éroussé confirmaient les constatations antérieures concernant l'identité de la terrasse. Aux échantillons 25 à 28, l'indice v des graviers est de valeur presque égale, en tenant compte de deux grandeurs granulométriques. Au cours des examens pétrographiques antérieurs, l'échantillon de Gyál (29) n'a pas été analysé ; il était

difficile, même du point de vue morphologique, d'indiquer la terrasse à laquelle il appartenait. Sur la base des mesures d'émoussé, il est probable qu'il appartient aussi à la terrasse marquée de V (peut-être à celle marquée de IV) dans la Plaine de Pest, mais il est impossible qu'il appartienne à la terrasse II. Toutes ces données prouvent que les indices d'émoussé des graviers de terrasse déposés dans la même phase d'un secteur quelconque sont analogues.

Nous avons déjà publié des données y relatives (Mme Pécsi 1958), depuis lors, les résultats de plusieurs mesures ont confirmé la règle.

f) Sur la base de l'analyse des matériaux des forages profonds de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza, on a pu relever le fait que la plupart des matières du cône de déjection de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza étaient de provenance danubienne. Les résultats des examens — v. les cases 30 à 32, 34 à 36 et 38 du tableau — indiquent des indices d'émoussé caractéristiques du Danube. Dans le forage d'Ócsa, nous avons examiné les couches de gravier de 7 à 26 m; à Dunapataj, celles de 28 à 30 m; dans les environs de Nagykőrös, les couches graveleuses commençaient à 220 m et l'horizon le plus profond à gravier a été traversé à environ 360 ou 380 m. Dans les sables des échantillons des forages de Szeged, nous avons jusqu'ici déterminé des indices d'émoussé caractéristiques du Danube, entre 100 et 250 m de profondeur.

Sur la base de dépouillement des données des échantillons provenant de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza, on peut considérer comme certain que le Danube a transporté, sur son cône de déjection jusqu'à la latitude de Nagykőrös, même des alluvions à graviers grossiers et ces alluvions s'y trouvent entre 300 et 400 m de profondeur. Il en résulte aussi qu'on trouvera probablement des alluvions danubiennes, dans les profondeurs, au S de Nagykőrös dans la région entière de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza ou bien à l'E.

Au cours de nos recherches morphologiques, les valeurs exactes obtenues par le moyen de la méthode *c p v* nous permettent bien souvent d'identifier les terrasses d'une manière sûre, même à défaut d'autres données de même que de distinguer les alluvions sableuses et graveleuses déposées par de divers cours d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bódi B.: A Budapest környéki harmadkorú kavicsok közzetani vizsgálata különös tekintettel a levantei kavicsképződésekre. (Examen pétrographique des graviers tertiaires des environs de Budapest.) *Földtani Közlemények*, 68, 180—207, 1938.
2. Bogárdi J.: A hordalékmozgás elmélete. (La théorie du transport des alluvions.) Budapest, 1955.
3. Károlyi Z.: A felsődunai hordalékstanulmányok eddigi eredményei. (Résultats des études d'alluvions du Haut-Danube.) *Vízügyi Közlemények*, 82—96. 1951.
4. Kádár L.: Die Abhängigkeit der Terrassen und Lössbildung von Quartären Klimaveränderungen in Ungarn. *Biuletyn peryglacjalny*, 371—404. 1956.
5. Kéz A.: Opponensi vélemény Pécsi M.: „A Duna-völgy magyarországi szakaszának kialakulása” c. kandidátusi értekezéséről. (Discussion de la thèse „Sur l'évolution du secteur hongrois de la vallée du Danube” par M. Pécsi.) *Földrajzi Értesítő*, 8, 119—121. 1958.
6. Mauritz B.: Budapest és környékének közei és ásványai. „Budapest természeti képe” című gyűjteményes munkában. Szerkesztő Pécsi M. (Roches et minéraux des environs de Budapest en: „Géographie physique de Budapest”) Budapest, 1958.
7. Pécsi M.: A Duna-völgy magyarországi szakaszának kialakulása I. Az 1955. évi Magyar Földrajzi Kongresszuson elhangzott előadás. (Évolution du secteur hongrois

de la vallée du Danube. *Communication présentée au I^{er} Congrès Géographique Hongrois*, Manuscript, 1955.) Kézirat, 1955.

8. Pécsi M.: Újabb völgyfejlődéstörténeti és morfológiai adatok a Duna-völgy Pozsony (Bratislava)—Budapest közötti szakaszáról. (Nouvelles contributions à l'évolution et à la morphologie de la vallée du Danube entre Bratislava et Budapest.) *Földrajzi Értesítő*, 5, 21—41. 1956.

9. Pécsi M.: A Duna-völgy magyarországi szakaszának kialakulása II. Kandidátusi vita anyaga. (Évolution du secteur hongrois de la vallée du Danube. Thèse. Manuscript.) 1958.

10. Pécsi M.: A Pesti síkság kialakulása. „Budapest természeti képe” című gyűjteményes munkában. Szerkesztő Pécsi M. (Développement de la plaine de Pest. En : „Géographie physique de Budapest.”) Budapest, 1958.

11. Pécsi M.: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszín-alaktana. (Développement et morphologie de la vallée du Danube en Hongrie.) Budapest, 1959.

12. Pécsiné Donáth É.: A Duna-teraszkvicsok görgetettségi vizsgálata. (Émoussé des graviers de terrasse du Danube.) *Földtani Közlöny*, 88, 57—75. 1958.

13. Pécsi M.—Pécsiné Donáth É.: Elemző módszerek alkalmazása a geomorfológiai kutatásban. (Application des méthodes analytiques dans les recherches géomorphologiques.) *Földrajzi Értesítő*, 8, 165—178. 1959.

14. Schafarzik—Vendl: Geológiai kirándulások Budapest környékén. (Excursions géologiques dans les environs de Budapest.) Budapest, 1929.

15. Strausz L.: A Dunántul DNY-i részének kavicsképződményei. (Les graviers de la partie du SW de la Transdanubie.) *Földtani Közlöny*, 79, 8—68. 1949.

16. Strausz L.: Kavicsstanulmányok a Dunántul középső részéről. (Études sur les graviers de la partie centrale de la Transdanubie.) *Földtani Közlöny*, 82, 119—136. 1952.

17. Szabó P.: A Duna—Tisza közti felső pleisztocén homokrétegek származása ásványos összetétel alapján. (La provenance des sables pléistocènes supérieurs de l'Entre-deux-fleuves Danube—Tisza, sur la base de leur composition minéralogique.) *Földtani Közlöny*, 85, 442—456. 1955.

18. Szádeczky-K. E.: Die Bestimmung des Abrollungsgrades. *Zentralblatt f. Min. usw.* 389—401. 1933.

19. Szádeczky-K. E.: Adatok a görgetési határ kérdéséhez. (Contribution au problème de la limite d'émoussé.) *Földtani Közlöny*, 65, 38—50. 1935.

20. Szádeczky-K. E.: Geologie der Rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. Sopron, 1939.